

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

№ 1 (2018)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Химико-биологическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет средства массовой информации

№ 14212-Ж

выдано

Министерством культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан**Тематическая направленность**публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины**Бас редакторы – главный редактор**

Ержанов Н. Т.

д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*

Ответственный секретарь

Камкин В. А., *к.б.н., доцент***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Альмишев У. Х.,	<i>д.с-х.н., профессор;</i>
Амриев Р. А.,	<i>д.х.н., академик НАН РК, профессор;</i>
Байтулин И. О.,	<i>д.б.н., академик НАН РК, профессор;</i>
Бейсембаев Е. А.,	<i>д.м.н., профессор;</i>
Бексейитов Т. К.,	<i>д.с-х.н., профессор;</i>
Имангазинов С. Б.,	<i>д.м.н., профессор;</i>
Касенов Б. К.,	<i>д.х.н., профессор;</i>
Катков А. Л.,	<i>д.м.н., профессор;</i>
Лайдинг К.,	<i>доктор (Германия);</i>
Литвинов Ю. Н.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Мельдебеков А. М.,	<i>д.с-х.н., академик НАН РК, профессор;</i>
Мурзагулова К. Б.,	<i>д.х.н., профессор;</i>
Панин М. С.,	<i>д.б.н., профессор;</i>
Шаймарданов Ж. К.,	<i>д.б.н., профессор;</i>
Шенброт Г. И.,	<i>доктор, профессор (Израиль);</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(тех. редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

МАЗМҰНЫ**«ХИМИЯ» СЕКЦИЯСЫ****Айғожа А. А., Абдуллина Г. Г.**

Полиэтилентерефталатты екіншілік қайта өңдеу әдісін әзірлеу9

Бекжанов Д. А.

Жоғары күкіртті мұнайды күкіртсіздендіру технологиясы:

мәселелері мен болжамдары 16

Бекжанов Д. А.

Мұнай өнімдерін күкіртсіздендіру тәсілдері22

Гришина А. И.

Араластырғышы бар реактордағы қайта араластырғыш

құрылғысын таңдау және айналым санын есептеу30

Елубай М. А., Хакимов А. Т.

Өнеркәсіптік талдау комплексі38

Жұман М. М.

Күкірт бар қоспалардан газ конденсатын тазарту әдісі43

Жұман М. М.

Сульфур қосылыстарынан гидрокарбоннан жасалған

шикізатты тазалауға арналған технологияларды талдау48

Ильичев Д. Д., Сулейменов Д. М.,**Толегенов Д. Т., Оралтаева А. С.**

«ПМХЗ» ЖШС изомерлеу процесі қондырғысын оптимизациялау ..53

Ильичев Д. Д., Сулейменов Д. М.,**Толегенов Д. Т., Тугамбаева Т. Б.**

Крекингілеу процесінің тереңдігіне әртүрлі

факторлардың әсерін зерттеу61

Исенова Г. Ж.

Каталитикалық ластану катализдерінің белсенділігін

анықтауға арналған лабораторлы әдісті оңтайландыру70

Қадірбаева А. А., Джанмулдаева Ж. К.,**Альжанова Н. С., Ермаков С. Р.**

Сорбционды әдіспен экстракциялық фосфор қышқылын

тазалау технологиясын зерттеу74

Қадірбаева А. А., Джанмулдаева Ж. К., Исакова Т. М.

Мирабилитті натрий сульфатына өңдеу жолдары80

Рахимбердинова А. К. Олефин көмірсутектерін тотықтыру кезінде қолданылатын негізгі тотықтырғыштар мен катализаторы 87	87
Суюндиқов К. Д., Рахимбердинова А. К. Ацетилен көмірсутектерінің гетерогенді сұйық фазалы тотығуы 94	94
Шарапиденов Ж. М. Электр сүзгілерін пайдалану негізінде күкірт оксидінен түтін газдарының тазарталуын арттыру 102	102

«БИОЛОГИЯ» СЕКЦИЯСЫ

Ибадуллаева С. Ж., Нургалиева А. А., Турсыматова О. И., Идрисова Д. Т. Мұнай өндіру аймақтарының флорасы мен өсімдіктеріне жүргізілген мониторинг материалдарын «Геоботаника» курсында қолдану негіздері..... 111	111
Ізім Б., Бердеш Т., Кипчакбаева А. К., Сейтимова Г. А. Chenopodiaceae chenopodium botrys L.Sp.pL. өсімдігінің жер үсті бөлігін дәруменді құрамын анықтау..... 116	116
Нұртаза А. С., Мағзумова Г. К., Мерғалимова А. И., Какимжанова А. А. Жоғалып бара жатқан Недзвецкий алма ағашын (Malus Niedzwetzkyana) in vitro жағдайында өсіру 122	122
Авторларға арналған ережелер..... 132	132

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

Айғожа А. А., Абдуллина Г. Г. Разработка метода вторичной переработки полиэтилентерефталата (ПЭТ)..... 9	9
Бекжанов Д. А. Технологии обессеривания высокосернистых нефтей: проблемы и перспективы 16	16
Бекжанов Д. А. Способы обессеривания нефтяного сырья 22	22
Гришина А. И. Подбор и расчет числа оборотов перемешивающего устройства в реакторе с мешалкой..... 30	30
Елубай М. А., Хакимов А. Т. Промышленные анализаторные комплексы 38	38
Жұман М. М. Способ очистки газ конденсатов от серосодержащих примесей 43	43
Жұман М. М. Анализ технологий очистки углеводородного сырья от сернистых соединений 48	48
Ильичев Д. Д., Сулейменов Д. М., Толегенов Д. Т., Оралтаева А. С. Оптимизация установки процесса изомеризации ТОО «ПНХЗ»..... 53	53
Ильичев Д. Д., Сулейменов Д. М., Толегенов Д. Т., Тугамбаева Т. Б. Изучение влияния различных факторов на глубину процесса крекирования 61	61
Исенова Г. Ж. Оптимизация лабораторного метода определения активности катализаторов каталитического крекинга..... 70	70
Кадирбаева А. А., Джанмулдаева Ж. К., Альжанова Н. С., Ермеков С. Р. Исследование технологии очистки экстракционной фосфорной кислоты сорбционным методом 74	74
Кадирбаева А. А., Джанмулдаева Ж. К., Искакова Т. М. Способ переработки мирабилита на сульфат натрия 80	80

Рахимбердинова А. К. Применение основных окислителей и катализатора при окислении олефиновых углеводородов.....	87
Суюндиков К. Д., Рахимбердинова А. К. Жидкофазное гетерогенное окисление ацетиленовых углеводородов	94
Шарапиденов Ж. М. Сравнительная характеристика рукавного и электрофильтров для очистки дымовых газов от оксидов серы.....	102

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»

Ибадуллаева С. Ж., Нургалиева А. А., Турсыматова О. И., Идрисова Д. Т. Особенности применения материалов мониторинга флоры и растительности в районах нефтедобычи при изучении курса «Геоботаника»	111
Изим Б., Бердеш Т., Кипчакбаева А. К., Сейтимова Г. А. Определение витаминного состава в надземной части Chenopodium botrys L.Sp.pL. семейства Chenopodiaceae	116
Нұртаза А. С., Мағзумова Г. К., Мерғалимова А. И., Какимжанова А. А. Введение в культуру in vitro исчезающего вида яблони Недзвецкого (Malus Niedzwetzkyana).....	122
Правила для авторов	132

CONTENTS

SECTION «CHEMISTRY»

Aigozha A. A., Abdullina G. G. The development of the polyethylene terephthalate (PET) recycling method	9
Bekzhanov D. A. Technologies of desulfurization of high-solid oils: problems and prospects	16
Bekzhanov D. A. Methods of desulfurization of crude oil	22
Grishina A. I. Selection and calculation of revolutions per minute of the mixer in the reactor.....	30
Elubay M. A., Khakimov A. T. Industrial analyzing complexes.....	38
Zhuman M. M. Method for cleaning gas condensates from sulfur-containing impurities	43
Zhuman M. M. Analysis of technologies for cleaning hydrocarbon feedstock from sulfur compounds	48
Ilichev D. D., Suleimenov D. M., Tolegenov D. T., Oraltaeva A. S. Isomerization unit optimization of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP	53
Ilichev D. D., Suleimenov D. M., Tolegenov D. T., Tugambayeva T. B. The influence of various factors on the depth of the cracking process.....	61
Issenova G. Z. Optimization of the laboratory method for determining the activity of catalytic cracking catalysts	70
Kadirybayeva A. A., Dzhannuldayeva Zh. K., Alzhanova N. S., Yermekov S. R. Investigating the technology of phosphoric acid extraction treatment by sorption method.....	74
Kadirybayeva A. A., Dzhannuldayeva Zh. K., Iskakova T. M. Sodium sulphate production from mirabilite	80

Rakhimberdinova A. K.

Using the main oxidizers and catalyst at oxidation of olefin hydrocarbons87

Suyundykov K. D., Rakhimberdinova A. K.

Liquid-phase heterogeneous oxidation of acetylene hydrocarbons 94

Sharapidenov Z. M.

Comparative characteristics of the sleeve and electrostatic precipitators for cleaning the flue gases from sulfur oxides..... 102

SECTION «BIOLOGY»**Ibadullaeva S. Z., Nurgalieva A. A., Tursymatova O. I., Idrisova D. T.**

Peculiarities of application of the materials for monitoring flora and vegetation in the areas of oil production under the study of the «Geobotany» course 111

Izim B., Berdesh T., Kipchakbayeva A. K., Seitimova G. A.

Determination of vitamin composition in the areal part of *Chenopodium botrys* L.Sp.pL. family *Chenopodiaceae* 116

Nurtaza A. S., Magzumova G. K., Mergalimova A. I., Kakimzhanova A. A.

Introduction of the disappearing species of the *Niedzwetzky's* apple (*Malus Niedzwetzkyana*) into in vitro culture 122

Rules for authors 132

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

ГРНТИ 87.53.13

А. А. Айгожа¹, Г. Г. Абдуллина²

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.х.н., ассоц. профессор, Факультет металлургии, машиностроения и транспорта, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹aituka_94@mail.ru; ²gulnara_1277@mail.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА (ПЭТ)

В настоящей статье автор дает информацию о переработке полиэтилентерефталата и о его вреде к окружающей среде.

Ключевые слова: способы переработки ПЭТ, ПЭТФ-хлопья, ПЭТ – тары.

ВВЕДЕНИЕ

Накопление вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) составляет ежегодно порядка 2-3 млн тонн. Сложность утилизации ПЭТ заключается в том, что он не способен к саморазложению в атмосферных условиях, а при нагревании и повторной переработке его свойства существенно снижаются в результате термодеструкции. Поэтому проблема утилизации отходов ПЭТ также является актуальной. Различные способы утилизации отходов ПЭТ, основанные на их совмещении с другими полимерами, предлагаются учеными в различных работах. Наибольший интерес, представляет химическая переработка вторичного ПЭТ. В одном из работ показана возможность применения кислотных и щелочных растворов ПЭТ в производстве пенополиуретанов. Однако использование кислот и щелочей приводит к коррозии аппаратуры. Отходы ПЭТ довольно хорошо растворяются в полиолах, и на их основе получают пенополиуретаны (ППУ), которые характеризуются комплектом требуемых свойств. Однако процесс растворения ПЭТ в полиолах протекает при высоких температурах (более 190 °С). В связи с этим в данной работе

исследовалась возможность растворения вторичного ПЭТ в ряде аминов при более низких температурах, разработан и исследован метод получения ППУ на основе отходов ПЭТ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На сегодняшний день стоимость затрат на утилизацию отходов пластмасс остается достаточно высокой. Основные затраты приходятся на сбор и заготовку отходов потребления.

Расширение масштабов переработки пластмассового вторичного сырья сдерживается рядом факторов. Основные процессы переработки требуют отделения пластмасс от других отходов, а также сортировки их по видам и очисткой. Это ведет к росту издержек производства, которые могут достигать 40–50 % общих затрат на получение вторичной продукции. Легче перерабатываются промышленные отходы пластмасс. Сложнее перерабатывать пластмассы, которые попадают в мусор. Из них сравнительно легко удается выделить полиэтиленовую пленку, пластмассовые бутылки, ящики для бутылок.

Наиболее прогрессивной является переработка полимерных отходов во вторичное полимерное сырье. Особенно это касается отходов ПЭТ, цена на 1 т. которого достигает 1200 долларов США.

Существуют различные технологии, позволяющие перерабатывать ПЭТФ и получать из него как ценное химическое сырье, так и готовую продукцию. Технологический процесс термо-каталитического расщепления (пиролиз) проводится при нормальном давлении и повышенной температуре и позволяет практически полностью перерабатывать вторичное сырье. Однако при этом важно следить, чтобы в смешанном сырье содержание ПВХ было минимальным: его присутствие негативно отражается как на качестве конечного продукта, так и на состоянии перерабатывающего оборудования. Для переработки вторичного ПЭТФ также используют гидролиз – расщепление материала в присутствии воды под действием высокой температуры и давления. Гликолиз проводится в присутствии этиленгликоля и специальных катализаторов, что позволяет получать дигликольтерефталат. Метанолиз – расщепление ПЭТФ с помощью метана – позволяет получать диметилтерефталат. Методы гликолиза и метанолиза иногда применяют в сочетании.

В настоящее время в Казахстане утилизация использованных пластмасс, ПЭТ – тары, является экологической проблемой. В отличие от Европы, вторичная переработка ПЭТ – тары не поставлена на государственную основу. Сжигание является самым распространенным способом утилизации отходов потребления в Европе. Теплотворная способность 2 т пластиковых отходов упаковки эквивалентна теплотворной способности 1 т нефти (теплотворная способность

ПЭТ – 22700 кДж/кг) [5]. Например, в некоторых странах Европейского Союза, существуют ТЭЦ работа которых основана на сжигании твердых бытовых отходов. Их морфологический состав разнообразен и включает в себя до 20 % полимерной упаковки. По различным оценкам, на сегодня сжигается до 40 % полимерных отходов. Минусом данной технологии утилизации ПЭТ является выделение большого количества канцерогенов, выделяющихся при сжигании.

На сегодняшний день изготовление пищевой тары является наиболее существенной областью применения ПЭТ гранулы оно востребовано во многих отраслях экономики. Также данный материал имеет высокий уровень оценки ведущих специалистов мира по параметрам качества.

Еще один способ переработки – пиролиз. Пиролиз, химическое разложение органических (углеродсодержащих) материалов за счет применения тепла. Пиролиз, который также является первым этапом газификации и горения, происходит в отсутствие или вблизи отсутствия кислорода и, следовательно, отличается от сгорания (горения), которое может протекать только при наличии достаточного количества кислорода. Скорость пиролиза увеличивается с температурой. В промышленных применениях применяемые температуры часто составляют 430 °С или выше, тогда как в небольших масштабах температура может быть значительно ниже. Пиролиз превращает органические материалы в их газообразные компоненты, твердый остаток углерода и золы и жидкость, называемую пиролизным маслом (или биомасляным маслом).

Пиролиз имеет два основных метода удаления загрязняющих веществ из вещества: разрушение и удаление. При разрушении органические загрязняющие вещества подразделяются на соединения с более низкой молекулярной массой, тогда как в процессе удаления они не разрушаются, а отделяются от загрязненного материала. Пиролиз – полезный способ обработки органических материалов, которые «трескаются» или разлагаются в присутствии тепла. Хотя пиролиз не пригоден для удаления или разрушения неорганических материалов, таких как металлы, его можно использовать в тех случаях, которые делают эти материалы инертными [6]. Несмотря на ряд недостатков, пиролиз, в отличие от сжигания, дает возможность получать промышленные продукты, используемые для дальнейшей переработки. Затраты на пиролиз не превышают затраты на сжигание отходов, но в настоящее время пиролиз убыточен. Химическая рециркуляция – еще один распространенный метод переработки отходов потребления.

Другой распространенный способ химической переработки отходов ПЭТ – получение сравнительно недорогой ненасыщенной полиэфирной смолы. Для этого отходы ПЭТ подвергаются гликолизу и поликонденсации с добавлением ненасыщенных многоосновных кислот или их ангидридов с целью получения

ненасыщенной полиэфирной смолы. Еще один вариант химический рециклинга ПЭТ – это сольволиз. При сольволизе ПЭТ подвергается деполимеризации при взаимодействии с химическими веществами, такими как, метанол (метанолиз с получением мономера диметилтерефталата); этиленгликоль (гликолиз с получением мономера бисгидроэтилтерефталата); кислоты (гидролиз с получением терефталевой кислоты) или щелочи (омыление) [8].

Методы сольволиза достаточно энергоемки, требуют высокотехнологичного оборудования и поэтому весьма дорогостоящи. Однако эти методы дают возможность использовать сырье более низкого качества, поскольку химические процессы позволяют производить дополнительную очистку. Данное направление предполагает, например, проведение процесса деполимеризации отходов ПЭТ нейтральным гидролизом до терефталевой кислоты и этиленгликоля, снова идущих на синтез ПЭТ. Процесс является непрерывным. Это наиболее распространенный, экономичный и безопасный для окружающей среды способ переработки отходов ПЭТ [9].

Весьма распространенным способом химической переработки отходов полиэтилентерефталата является гликолиз и поликонденсация вторичного ПЭТ с добавлением ненасыщенных многоосновных кислот или их ангидридов с целью получения сравнительно недорогой ненасыщенной полиэфирной смолы. Процесс деполимеризации является относительно дорогим способом переработки вторичного ПЭТ поскольку предполагает значительные энергетические затраты или использование дорогих химических продуктов [10]. Продукты деструкции ПЭТ из устаревших отходов широко используют снова в синтезе ПЭТ, для получения пластификаторов, лаков, материалов для покрытий и др.

Физико-химические методы переработки отходов ПЭТ могут быть классифицированы следующим образом:

- деструкция отходов до получения мономеров или олигомеров, пригодных для получения волокна и плёнки;
- повторное расплавление отходов ПЭТ для получения вторичного гранулята, агломерата и изготовления из них различных изделий методами экструзии или литья под давлением;
- переосаждение из растворов с получением порошков для нанесения покрытий;
- получение композиционных материалов;
- химическая модификация для производства материалов с новыми свойствами [11].

Каждая из предложенных технологий имеет свои преимущества. Не все вышеперечисленные методы можно применить к отходам пищевой тары

изготовленной из ПЭТ. В средних и малых масштабах переработки данного вида отходов, данный процесс не является экономически целесообразным. В виду того, что данные вид отходов сильно загрязнен органическими и минеральными примесями, удаление которых сопровождается большими затратами. Более безопасным и наиболее выгодным выходом является переработка использованной ПЭТ – тары. В Англии на сегодняшний день перерабатывается 70 % ПЭТ – бутылок, в Германии – 80–85 %, в Швеции – 90–95 % (это самый высокий показатель в Европе). Принцип государственного регулирования переработки ПЭТ – тары состоит в том, что ее производители платят специальный налог, в который заложена стоимость будущей переработки. Из этих денег государство финансирует утилизацию. В Российской Федерации закон об упаковке и её утилизации пока не достаточно совершенен и не введен в действие. Перед переработкой должна быть проделана подготовительная работа. ПЭТ – бутылки необходимо рассортировать по цветам, исключить попадание мусора и других видов пластика, например тары из полиэтилена высокой плотности или из полипропилена. Для удобства хранения и подачи на линию переработки, ПЭТ-сырье рекомендуется прессовать в кипы. Широко применяемым методом переработки отходов ПЭТ является механическое измельчение, которое можно применить к большинству изделий из данного вида сырья.

На сегодняшний день изготовление пищевой тары является наиболее существенной областью применения ПЭТ гранулы оно востребовано во многих отраслях экономики. Также данный материал имеет высокий уровень оценки ведущих специалистов мира по параметрам качества.

ВЫВОДЫ

Для Казахстана утилизация использованной ПЭТ – тары является экологической проблемой. Очень распространенным способом утилизации отходов потребления пластмасс в Казахстане является сжигание. Хотя ПЭТ – бутылка является экологически чистой, при сжигании полиэтилентерефталат выделяет большое количество канцерогенов. Более безопасным и намного более выгодным выходом является переработка использованной ПЭТ – тары.

В Европе вторичная переработка ПЭТ – бутылок поставлена на государственную основу. В Англии на сегодняшний день перерабатывается 70 % ПЭТ – бутылок, в Германии – 80–85 %, в Швеции – 90–95 % (это самый высокий показатель в Европе). Принцип государственного регулирования переработки ПЭТ – тары состоит в том, что ее производители платят специальный налог, в который заложена стоимость будущей переработки. Из этих денег государство финансирует утилизацию.

В Америке из вторичного ПЭТ-а, после добавки в него стекловолокна, производят абразивные круги для шлифования и полировки. Например, компания «Ford» отливают крышки моторов для грузовых автомобилей. А в Японии компания «Toyota» – панели, бамперы, двери для автомобилей из полимерных композиций, содержащих переработанный ПЭТ.

На постсоветской территории ПЭТ – бутылка в массовом порядке не утилизируется. Пока делались только отдельные попытки выпускать из вторичного ПЭТ-а тротуарную плитку и были разработаны (но не воплощены в жизнь) технологии по производству из переработанного полиэтилентерефталата различных утеплителей и строительных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Вандерберг, Э.** Пластмасса в промышленности и в технике / Э. Вандерберг, В. В. Коршак, С. Виноградова. – М. : Машиностроение, 1964. – 196 с.
- 2 Равновесная поликонденсация. – М. : Химия, 1979. – 264 с.
- 3 **Лучинский, Т. И.** Химия титана / Т. И. Лучинский. – М. : Химия, 1971. – 471 с.
- 4 **Мухленов, И. П.** Технология катализаторов / И. П. Мухленов. – Л. : Химия, 1989.
- 5 **Stan, V. e.a.** ШРАС MACRO 33 Bucharest, 5–9 Sept., 1983, Abstr., s.a., P. 512–515 20.
- 6 **Хрусталева, Е. А.** Пластические массы / Е. А. Хрусталева, М. А. Кочнева, Л. И. Фридман и др. 1984. – № 10. – С. 6–8.
- 7 <http://www.amipak.ru>
- 8 **Раков, В. Г.** Прогнозирование гарантийных сроков хранения технических жидкостей в ПЭТ-бутылках I Пластические массы / В. Г. Раков, Н. М. Шапенков, Е. А. Прудников, О. Ю. Сабсай. 1999. – № 10. – С. 18–20.
8. **Ищенко, Д.** Упаковочная феерия в пластике / Д. Ищенко. 2003. – № 3 (9).

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

А. А. Айгожа¹, Г. Г. Абдуллина²

Полиэтилентерефталатты екіншілік қайта өңдеу әдісін әзірлеу

¹Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

²Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

А. Айгожа¹, Г. Г. Абдуллина²

The development of the polyethylene terephthalate (PET) recycling method

¹Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

²Faculty of Metallurgy, Machine Building and Transport,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Автор осы мақалада полиэтилентерефталатты қайта өңдеу туралы және оның қоршаған ортаға зияны туралы мәліметтерді береді.

In this article, the author gives information on the recycling of polyethylene terephthalate and its harm to the environment.

Д. А. Бекжанов

магистрант, Павлодарский государственный университет имени
С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: flavouroflove@bk.ru

**ТЕХНОЛОГИИ ОБЕССЕРИВАНИЯ ВЫСОКОСЕРНИСТЫХ
НЕФТЕЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Самым распространенным гетероатомом в нефти является сера, её содержание может составлять от нескольких сотен долей, до нескольких процентов. С увеличением спроса на высококачественные нефтепродукты все более актуальным становится вопрос, связанный с обессериванием нефти – удалением и дальнейшим использованием серы и серосодержащих продуктов в других областях промышленности. В данной работе мы постарались осветить основные способы очистки серосодержащих компонентов нефти и нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефть, промышленность, способы очистки, технология.

ВВЕДЕНИЕ

Большую часть нефти, которая добывается на территории нашей страны, можно отнести к сернистой или даже высокосернистой. Присутствие сероводорода, меркаптанов, а также сульфидов и дисульфидов может привести к быстрому разрушению нефтепромыслового оборудования и нефтепроводов, вследствие протекающих коррозионных процессов, что в свою очередь может стать причиной увеличения аварийных случаев разлива нефти [1]. Высокие показатели содержания серы в российской нефти также являются основной причиной снижения ее конкурентоспособности. Для сохранения экспортного потенциала нашей страны необходимо обеспечить рентабельную переработку высокосернистой нефти и реализацию побочного продукта – серы. Востребованность на рынке серосодержащих продуктов обусловлена применением их в сельском хозяйстве, гражданском и дорожном строительстве [2, 3]. Опыт многих развитых стран доказывает, что бизнес на серосодержащих продуктах является высоко-прибыльным. Качественные нефтепродукты имеют настолько высокую цену, что это во многом покрывает расходы на их переработку. Все это говорит в пользу высокотехнологичной переработки

нефти, а именно извлечения серосодержащих продуктов из неё и продажа высококачественных нефтепродуктов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Очистка от серосодержащих продуктов начинается еще на промыслах. По существующей технологии удаление сероводорода обычно производится вместе с газом при сепарации. В случае, если остаточное содержание сероводорода, после сепарации, превышает установленные нормативы, необходима дополнительная очистка нефти от сероводорода и легких меркаптанов [4].

Дальнейшая сероочистка производится с применением методов, которые можно разделить на две группы:

1) методы, основанные на разрушении сераорганических соединений и удалении их из топлив:

– адсорбционно-каталитическое обессеривание нефтяных фракций в присутствии адсорбентов и катализаторов;

– обессеривание нефти и нефтепродуктов с помощью микроорганизмов.

2) методы селективного извлечения органических соединений серы с одновременной очисткой нефтяных фракций:

– экстракционные методы;

– способы окислительного десульфирования.

На сегодняшний день наиболее распространены методы, связанные с разрушением сераорганических соединений и удалением их из топлив. В промышленности широко распространена гидроочистка нефти и нефтяных фракций. В результате очистки образуется сероводород, побочно происходит насыщение непредельных углеводородов, снижение содержания смол, кислородсодержащих соединений, а также гидрокрекинг молекул углеводородов [5]. Процесс гидроочистки весьма эффективен для очистки легких и средних дистиллятов, однако в случае с тяжелыми фракциями и остатками нефти возникают сложности. Успешное применение гидроочистки тяжелого сырья стало возможным благодаря применению катализаторов в процессе каталитической гидроочистки [6].

Каталитическая гидроочистка представляет собой процесс, основанный на селективном гидрогенолизе C-S-связей. В результате происходит образование сероводорода и углеводородов. Такой метод позволяет существенно снизить содержание серы (до 97 %). В качестве катализаторов процесса используются устойчивые к отравлению различными ядами – оксиды и сульфиды Ni, Co, Mo на оксиде алюминия. Большую популярность сегодня приобрели

алюмокобальтмолибденовые или алюмо-никельмолибденовые катализаторы, позволяющие повысить степень очистки тяжелого, высокоароматизированного сырья, парафинов и масел от серы. Применение каталитической гидроочистки позволяет повысить стабильность нефти и увеличить концентрацию насыщенных предельных углеводородов.

Микробная десульфуризация или биодесульфуризация нефти подразумевает использование различных групп микроорганизмов. Процесс сопровождается накоплением углекислого газа, водорода и низкомолекулярных органических кислот. После попадания их в анаэробную зону с помощью метанобразующих бактерий компоненты превращаются в метан. Данный метод применяется для увеличения нефтеотдачи пластов и добычи нефти [7].

К наиболее применимым в промышленности методам можно отнести очистку нефти путем окисления сераорганических соединений гидропероксидами. Этот метод позволяет проводить выборочную очистку при высокой скорости процесса. В результате полученная сера подлежит последующей обработке, а выделение её происходит в щелочной среде.

Эффективным методом обессеривания является и экстракция минеральными и органическими кислотами. В качестве целевого продукта получают сернистые концентраты, в качестве побочных продуктов выступают очищенные нефтепродукты [8]. Классической является экстракция серной кислотой или олеумом [9]. При обработке нефтяного дистиллята концентрированной серной кислотой сераорганические соединения сульфурются. Образовавшийся «кислый гудрон» представляет собой раствор смол и сульфокислот в серной кислоте. Поскольку серная кислота является одновременно окислителем, меркаптаны и сульфиды могут подвергаться не только сульфированию, но и окислению с последующим растворением продуктов окисления в кислом гудроне. Поэтому для выделения сернистых соединений из нефти и нефтепродуктов применяется не концентрированная, а 50–80 %-ная серная кислота. Часть сернистых соединений можно регенерировать из кислого гудрона гидролизом продуктов их сульфирования. Продукты более глубоких превращений из кислого гудрона не извлекаются. К недостаткам метода следует отнести деструкцию и потерю сульфидов, а также большой расход серной кислоты. Более эффективным экстрагентом является хлорная кислота, однако взрывоопасность, её высокая стоимость не позволяют ей конкурировать с серной кислотой. В качестве экстрагентов также могут применяться фенол, фурфурол, диэтилгликоль, жидкий сернистый ангидрид, сульфолан, фтористый водород [10].

Очистка от серосодержащих соединений может осуществляться, также с помощью окисления. В качестве окислителей используются серная кислота, азотная кислота, пересульфат калия, окислы азота, гипохлориты, надкислоты,

гидропероксиды, пероксид водорода, озон и молекулярный кислород. Метод основан на модификации функциональных серосодержащих групп с образованием кислородсодержащих соединений, которые можно легко отделить от нефтепродукта. Перспективность такого метода обусловлена возможностью дальнейшего использования сульфоксидов и сульфонов.

Получение сульфоксидов и сульфонов может осуществляться либо после предварительной экстракции растворителем нефтяного сырья с получением концентрата сульфидов и дальнейшим его окислением, либо окислением непосредственно в нефтяной фракции с последующей жидкостной экстракцией. Наиболее применимым на производстве является процесс окисления с участием перекиси и гидропероксидов в присутствии катализаторов, в качестве которых могут выступать соединения переходных металлов. Данный способ позволяет обеспечивать высокую селективность, скорость процесса, а также простую технологию по получению и выделению сульфоксидов.

ВЫВОДЫ

Все вышеупомянутые методы обессеривания нефти весьма эффективны и позволяют существенно снизить общее содержание серы, однако они имеют ряд недостатков.

Так при экстракционном обессеривании важную роль играет растворитель, и в ряде случаев требуется подбирать экстрагент, который подходит конкретно для данного нефтепродукта, к тому же уровень очистки обычно составляет 50 %.

В случае с адсорбционной сераочисткой, для высокой степени очистки необходима цикличность процесса, а используемый для регенерации адсорбента газ обычно сжигается, что ведет к безвозвратным потерям газа, к тому же происходит сильное загрязнение атмосферы.

Весьма эффективно окислительное обессеривание весьма эффективно, однако применяемые окислители отличаются высокой стоимостью.

Анализ современного состояния данной отрасли показал, что высокую сераочистку возможно провести лишь комбинацией различных методов, позволяющей исключить недостатки, сконцентрировавшись на достоинствах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Ахметов, С. А.** Технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа : Гилем, 2002. – 669 с.
- 2 **Кундик, А. А.** Обеспечение надежности трубопроводных систем. Метод диагностики внутреннего антикоррозионного покрытия трубопроводов // Нефть. – Профессионально о нефти. – 2017. – Вып. 1. – С. 74–76.

3 **Подшивалин, А. В.** Современная технология производства элементарной серы // Нефтегазовое дело. – 2006. – Т. 4. – № 1. – С. 231–234.

4 **Сангалов, Ю. А., Дмитриев, Ю. К., Маталинов, В. И., Лакеев, С. Н., Майданова, И. О., Карчевский, С. Г.** Элементарная сера: от сырья к новым веществам и материалам // Вестник Башкирского университета. – 2004. – № 2. – С. 31–34.

5 **Сираева, И. Н.** Особенности переработки сернистых нефтей // Нефтегазовое дело. – 2011. – № 5. – С. 318–322.

6 **Фомин, А. Ю., Хозин, В. Г.** Применение серы в производстве дорожно строительных материалов // Строительные материалы. – 2009. – № 11. – С. 20–22.

7 **Ali, M. F., Al-Malki, A., El-Ali, B., Martinic, G., Siddiqui, M.** Deep desulphurization of gasoline and diesel fuels using non-hydrogen consuming techniques. – Fuel, 2006. – 85:1354–1363.

8 **Asghar, M., Mohammad, A. S., Mohammad, A. N.** Oxidative desulfurization of non-hydrotreated kerosene using hydrogen peroxide and acetic acid // Chinese Journal of Chemical Engineering. – 2009. – V. 17. – № 5. – P. 869–874.

9 **Sharipov, A. Kh.** Production of Organic Sulfur Compounds from Natural Hydrocarbon Feedstock (Review) // Petroleum Chemistry. – 2004. – Т. 44. – № 1. – P. 1–7.

10 **Huo, Q., Gong, Y., Dou, T.** Novel Micro- and Mesoporous Composite Molecular Sieve Assembled by Zeolite L Nanocrystal and its Performance for the Hydrodesulfurization (HDS) of Fluid Catalytic Cracking (FCC) Gasoline // Energy&Fuels. – 2010. – V. 24. – № 7. – P. 3764–3771.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

Д. А. Бекжанов

Жоғары күкіртті мұнайды күкіртсіздендіру технологиясы: мәселелері мен болжамдары

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

D. A. Bekzhanov

Technologies of desulfurization of high-solid oils: problems and prospects

S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Соңғы жылдардағы қазақстандық ірі мұнай өндіруші компаниялардың инновациялық өнім көлемі көрсеткендей, жалпы мұнай-газ компанияларына қатысты инновациялық өнім, өндіру мен өңдеудің жаңа әдістері үлесі динамикасы жоғары емес. Статистика көрсетіп отырғандай, мұнай өндіру саласындағы мемлекеттік реттеу, соның ішінде салық салу да ірі мұнай өндіруші кәсіпорындарға өндірісті тұрақты түрде технологиялық жаңартуға сенімді мотивация тудырмайды. Осылайша, ірі мұнай өндіруші компаниялар кен орнын іздеу, барлау, дайындау жұмыстарын жүргізгенде заманауи техникалық шешімдерді қолданып отырғанына қарамастан, Қазақстанның мұнай өндіру комплексінде инновациялық процестердің тұрақты оң динамикасы мен оларды дамытудың үрдісі әзірше байқалмайды. Инновациялық жобаларды дайындау мен зерттеуге бөлінетін ішкі шығындар өсімі динамикасы соңғы жылдары әзірше тұрақты сипат алған жоқ. Мұнай саласы бойынша инновацияларға тиесілі табыс үлесін көрсету арқылы жоғарыда аталған тұжырымды растауға болады.

The most common heteroatom in oil is sulfur, its content can range from several hundred parts, to several percent. With the increase in demand for high-quality petroleum products, the issue of desulfurization of oil – the removal and further use of sulfur and sulfur-containing products in other areas of industry – is becoming increasingly urgent. In this paper, we tried to highlight the main ways of cleaning sulfur-containing components of oil and petroleum products. To comply with Nafta fundamentally, there are two main ways: extracting sulfur-containing components and converting them into hydrocarbons and cedar. The possible extent of chemical processing gives orientation to their retrieval as the basic compliance process.

ГРНТИ 61.51.17

Д. А. Бекжанов

магистрант, Павлодарский государственный университет имени
С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: flavouroflove@bk.ru

СПОСОБЫ ОБЕССЕРИВАНИЯ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

Нефть с высоким содержанием нефти обычно проигрывает конкуренцию более легким сортам. На сегодняшний день во многих странах уже научились эффективным методам повышения качества «черного золота» за счет удаления нежелательных примесей, в том числе и серы. Такой процесс получил название «обессеривание нефтепродуктов». Чем лучше подготовлена нефть, тем выше ее стоимость. Именно поэтому больше всего ценится сырье, которое не требует больших финансовых затрат на переработку. Когда есть выбор, предпочтение отдается так называемым эталонным сортам, которые являются более качественными и, соответственно, дорогими. Одним из важных параметров, определяющим качество нефти, как раз и является содержание серы. Для удаления серы необходимо разрушить или извлечь сероорганические соединения.

Ключевые слова: нефтепродукты, демеркаптанализация, окислительное обессеривание.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности происходит кардинальное ухудшение качества нефтей и остаточных нефтепродуктов, связанное с их утяжелением и возрастанием содержания гетероатомных, особенно, сераорганических соединений. В связи с этим для одного из приоритетных тематических направлений в области новых технологий добычи и переработки тяжелых нефтей, рассматривается разработка химических путей модифицирования нефтяных систем, среди которых ведущее место занимают методы окислительного воздействия (МОВ) на нефтяные системы. Мультипликативный эффект от МОВ, которые исследованы в работе с помощью пероксида водорода, озона и других пероксидных соединений, проявляется в том, что состав и свойства нефти и продуктов ее переработки претерпевают существенные изменения, которые, в свою очередь, оказывают влияние на процессы ее добычи и переработки.

В данной работе внимание уделено следующим аспектам – исследованию изменений состава гетероатомных компонентов нефтяных систем различного происхождения (нефти и остаточные нефтепродукты) при применении различных МОВ и некоторым возможностям их практического использования при механизированной добыче и переработке остаточных нефтепродуктов.

Исходя из того, что гетероатомные соединения – это потенциальное природное сырье нефтехимической промышленности, подход, основанный на выделении подобных соединений и их последующем рациональном использовании, представляется практически значимым. Одним из возможных путей МОВ нефтяного сырья может быть производство эффективных композиций ПАВ, так как при окислении углеводородов и гетероатомных соединений образуется дополнительное количество соединений, обладающих поверхностно-активными свойствами.

Как уже отмечалось выше, важным следствием МОВ на нефтяные системы является разрушение сернистых соединений, что предполагает поиск методов, способствующих эффективному удалению серы из нефтяных систем. В последнее время за рубежом и в Казахстане большое внимание уделяется разработке методов окислительного обессеривания нефтяного сырья, в основном, дистиллятов. В области окислительного обессеривания тяжелого нефтяного сырья и продуктов его переработки, в частности, высокосернистых коксов, проведены выборочные исследования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Существует ряд методов, используемых для удаления органических соединений серы (ОСС) из жидких топлив: демеркаптанализация, биодесульфуризация, гидроочистка, экстракционные и адсорбционные методы, окислительное обессеривание. Способы удаления серы из нефтяного сырья делятся на:

- связанные с разрушением сернистых соединений и удалением их из сырья (гидроочистка, биодесульфуризация).
- способы, связанные с выделением ОСС и одновременной очисткой сырья (экстракция, окислительное обессеривание).

Целью удаления серы является снижение выбросов оксидов серы в атмосферу, которые образуются при сжигании сернистых соединений. Серу также необходимо удалять, так как она является ядом для катализаторов процессов нефтепереработки. Удаление серы также ведет к улучшению качества товарных топлив.

Демеркаптанализация

Демеркаптанализация заключается в щелочной очистке меркаптансодержащего сырья. Меркаптаны являются наиболее реакционноспособными сернистыми соединениями нефти, они легко удаляются из сырья экстракцией щелочными растворами и последующим окислением кислородом воздуха до дисульфидов с регенерацией раствора щелочи. Широко используется процесс «Мерокс», разработанный для легких фракций и легких нефтепродуктов. Процесс предназначен для очистки газов, бензинов и керосинов от меркаптанов.

Биодесульфуризация

Микробная десульфуризация нефти включает аэробные и анаэробные трансформации ОСС, ведущие к образованию легкоудаляемых водорастворимых продуктов. При этом главное условие состоит в избирательном удалении серы без деструкции остальных компонентов нефти. Передовые позиции в создании промышленной биотехнологии десульфуризации занимают американские и японские фирмы [1].

Экстракция и адсорбция

Извлечение сернистых соединений из нефтяных фракций путем экстракции растворителями – один из способов их обессеривания. В качестве экстрагентов применяются серная кислота, образующая комплексы со слабоосновными сернистыми соединениями, фенол, фурфурол, диэтиленгликоль, жидкий сернистый ангидрид, сульфолан, фтористый водород. Степень экстракции сернистых соединений в значительной мере определяется их природой. Действие всех экстрагентов основано на слабом диполь-дипольном взаимодействии между полярными молекулами экстрагента и ОСС. Наряду с экстракционными методами в практике, особенно в лабораторной, широко применяются сорбционные методы выделения сернистых соединений, основным из которых является метод адсорбционной хроматографии. В качестве адсорбентов используют силикагели, окись алюминия, глинистые минералы. Адсорбционная активность ОСС увеличивается в ряду тиофены > алифатические меркаптаны > алифатические дисульфиды > ароматические и циклические тиолы > ароматические дисульфиды > алифатические и циклические сульфиды [1].

Гидрогенизационные процессы

Гидрогенизационные процессы – это совокупность каталитических процессов нефтепереработки, таких как гидрообессеривание, гидродеазотизация, гидродеметаллизация. Гидрообессеривание является промышленным способом удаления серы из бензина, керосина, дизельного топлива и нефтяных масел. Сырье процессов, например нефтяные остатки, контактируют с катализатором при высоких температурах и давлении и в присутствии водорода. Органическая

сера превращается в сероводород, азотистые соединения в аммиак, металлы адсорбируются на катализаторах (обычно в виде сульфидов).

Реакционная способность серосодержащих органических соединений сильно зависит от их структуры. Низкокипящие фракции нефти содержат в основном алифатические соединения серы: меркаптаны, сульфиды, дисульфиды. Они легко насыщаются водородом при проведении гидрообессеривания и могут быть полностью удалены из нефтяных топлив. В высококипящих фракциях, таких как прямогонный мазут, мазут каталитического крекинга и т.д., в основном содержатся тиофены, бензотиофены и их производные [2].

Тиофеновые компоненты нефти сложнее удаляются из сырья при гидрообессеривании. Наиболее тяжелые нефтяные остатки содержат в основном алкилированные бензотиофены, дибензотиофены и алкилированные дибензотиофены, а также полиароматические сульфосоединения, самые сложно удаляемые соединения в реакциях гидрообессеривания.

Реакционная способность сернистых гетероатомных соединений снижается в следующем порядке: тиофен > алкилтиофен > бензотиофен > алкилбензотиофен > дибензотиофен > алкилдибензотиофен без замещений в позициях 4 и 6 > алкилдибензотиофен с замещениями в позициях 4 и 6. Несмотря на то, что по сей день гидропроцессы – основной промышленный способ обессеривания нефтяного сырья, у них есть ряд недостатков – это экстремальные условия, высокая стоимость процессов, не возможность удовлетворить все ужесточающиеся экологические нормы по содержанию серы. В связи с этим актуальна разработка новых методов обессеривания нефтяного сырья, в том числе, окислительного обессеривания.

Окислительное обессеривание

Окислительное обессеривание основано на модифицировании функциональных групп сернистых соединений и давно используется в нефтепереработке для удаления сернистых соединений из-за простоты процесса отделения окисленных соединений нефти от углеводородов. Первый из известных способов окисления сернистых соединений – это способ серноокислотной очистки. Концентрированная серная кислота, являясь сильным окислителем, окисляет: меркаптаны до дисульфидов, сульфиды до сульфоксидов, тиофаны и тиофены до сульфоксидов. Перспективность метода окисления обусловлена возможностью практического использования образующихся сульфоксидов и сульфонов.

За последние годы методы окислительного обессеривания сильно прогрессировали. Среди различных окислителей одним из лучших считается пероксид водорода. Применение данного окислителя позволяет вести обессеривание/экстракцию одновременно. Окислительное обессеривание – одна

из многообещающих технологий благодаря широким возможностям применения и совместимостью с другими технологиям, такими как экстракция, адсорбция и биодесульфуризация. Так, например, в работе Занникоса и сотрудников (1995) отмечается, что комбинацией окисления и экстракции можно добиться 90 % удаления серы из нефтяных топлив (от бензина до мазута) [3].

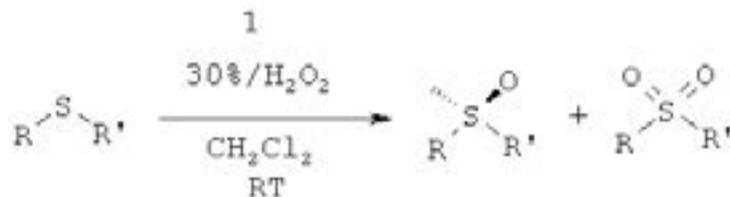
В последние десятилетия окислительное обессеривание нефтяных систем было посвящено много работ, в том числе, ряд обзоров отечественных и зарубежных авторов [4–9]. В обзорах рассмотрены окислительные системы и катализаторы, применяемые для обессеривания нефтяного сырья, а также проблемы и вызовы, стоящие перед исследователями. Сотни статей касающиеся окислительного обессеривания, говорят о неподдельном интересе исследователей к данной теме.

Схематично процесс окислительного обессеривания можно представить следующим образом:

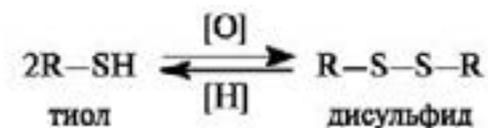
- 1) окисление сернистых соединений;
- 2) удаление образовавшихся соединений экстракцией, адсорбцией или другими методами.

Первый этап связан с окислением сернистых соединений с целью изменений функциональных групп. С наибольшей скоростью окисляются сульфиды, превращаясь в смесь сульфоксидов и сульфонов. Исследование селективного окисления нефтяных сульфидов перекисью водорода в сульфоксиды и сульфоны описано в работе [10].

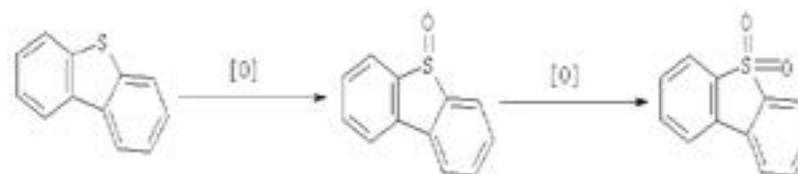
С несколько меньшей скоростью меркаптаны окисляются до дисульфидов, полициклические тиофены – до сульфонов. Дальнейшее окисление может привести к образованию водорастворимых продуктов – алкансульфоновых кислот и, наконец, серной кислоты [11].



Окисление сульфидов до сульфоксидов, сульфонов



Окисление меркаптанов до дисульфидов



Окисление дибензотиофена до сульфоксида и сульфонов

ВЫВОДЫ

В результате химической функционализации углеводородных и гетероатомных соединений нефтяных систем методами окислительного воздействия, включая разрушение сераорганических соединений, установлены закономерности изменения их химического состава и некоторые новые возможности практического применения МОВ при механизированной добыче нефти и переработке остаточных нефтепродуктов. Установлено, что из исследованных методов МОВ наиболее эффективным, при котором достигается значительное снижение содержания серы в коксе (более 50%), является действие на измельченный кокс 30 % водного раствора пероксида водорода в сочетании с воздействием ультразвуком.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Харлампи, Х. Э.** Сераорганические соединения нефти, методы очистки и модификации / Х. Э. Харлампи // Химия. – 2000. – Т. 6. – № 7. – С. 42–46.
- 2 **Shafi, R.** Hydrodesulfurization of hindered dibenzothiophenes: an overview / R. Shafi, G. J. Hutchings // Catalysis Today. – 2000. – Vol. 59. – № 3–4. – P. 423–442.
- 3 **Zannikos, F.** Desulfurization of petroleum fractions by oxidation and solvent extraction / F. Zannikos, E. Lois, S. Stournas // Fuel Processing Technology. – 1995. – Vol. 42. – № 1. – P. 35–45.
- 4 **Тараканова, А. В.** Окислительное обессеривание углеводородного сырья / А. В. Тараканова, А. В. Анисимов // Российский химический журнал. – 2008. – № 4. – С. 32–40.

5 **Campos-Martin, J. M.** Oxidative processes of desulfurization of liquid fuels / J. M. Campos-Martin [et al.] // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2010. – Vol. 85. – № 7. – P. 879–890.

6 **Zhang, G.** Research advances in oxidative desulfurization technologies for the production of low sulfur fuel oils / G. Zhang, F. Yu, R. Wang // Petroleum and Coal. – 2009. – Vol. 51. – № 3. – P. 196–207.

7 **Rang, H.** Advances in desulfurization research of liquid fuel / H. Rang, J. Kann, V. Oja // Oil Shale. – 2006. – Vol. 23. – № 2. – P. 164–176.

8 **Mjalli, F. S.** Deep oxidative desulfurization of liquid fuels / F. S. Mjalli [et al.] // Reviews in Chemical Engineering. – 2014. – Vol. 30. – № 4. – P. 337–378.

9 **Jiang, Z.** Oxidative Desulfurization of Fuel Oils / Z. Jiang [et al.] // Chinese Journal of Catalysis. – 2011. – Vol. 32. – № 5. – P. 707–715.

10 **Самагов, Р. Р.** Селективное окисление нефтяных сульфидов пероксидом водорода в сульфоксиды и сульфоны: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.03, 02.00.15 / Р. Р. Самагов. – Уфа, 2007.

11 **Байманова, А. Е.** Серосодержащие соединения нефти и основные методы очистки нефти и нефтяных фракций от них: Учебное пособие / А. Е. Байманова, Г. Ж. Жакупова. – Актөбе, 2010. – 36 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

D. A. Bekzhanov

Мұнай өнімдерін күкіртсіздендіру тәсілдері

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

D. A. Bekzhanov

Methods of desulfurization of crude oil

S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Күкіртті мұнайдан айдау арқылы алынған дистилляттың құрамында болатын қосылыстарға сульфид және тиофен гомологтары жатады. Кейбір мұнайлардың шыққан фракциясында тиофеннің мөлшері жоғары болады. Тиофеннің сульфидтерден ерекшелігі олар қайнау температурасы төмен дистилляттан қайнау температурасы жоғары дистиллятқа өткен сайын артады және

қайнау температурасы жоғары дистилляттарда сульфидтердің мөлшерінен анағұрлым асып түседі. Дизельді фракцияның тиофен бөлігінде алкил бензолтиофен құрылымы көп. Дистилляттың қайнау температурасы артқан сайын күкірторганикалық қосылыстардың құрылымдық-топтық құрамындағы айырмашылықтар жойылады.

Күкірттің мұнайдың керосинді – газойлды фракцияларында сульфидтерді бөліп алғаннан кейін негізінен тиофендер қалады (смолалар мен ондағы күкіртті қосылыстар, күкірт қышқылының экстракциялаудан кейін құрамында тиофені бар көмірсутекті фракция тиофенді алатын ең жақсы шикізат көзі болып табылады

Oil with a high oil content usually loses the competition more than the lighter grades. Today in many countries they have learned effective methods of improving the quality of «black gold» due to the removal of undesirable impurities, including sulfur. This process is called «desulfurization of petroleum products». The better the oil is prepared, the higher its cost. This is why the most valued raw materials, which does not require large financial costs for recycling. When there is a choice, preference is given to a so-called reference classes, which are more qualitative and, therefore, expensive. One of the important parameters determining the quality of oil is the sulfur content.

SRSTI 31.27.03

A. I. Grishina

undergraduate, Oil and Gas Engineering Department, Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan
e-mail: nastya-nastusha2005@mail.ru

SELECTION AND CALCULATION OF REVOLUTIONS PER MINUTE OF THE MIXER IN THE REACTOR

The device with a stirrer is used in the chemical industry for mixing substances and reactions in the liquid state. Mixing vessel is a cylindrical container with a bottom and a cover of convex shape, in which there are several holes (neck), equipped with flanges.

The most important component of such a vessel or container is a mixer, i.e. the mechanism of its rotation, as well as built-in and attachments, for example, thermometer, pressure gauge and other measuring devices. For the production of suspensions, emulsions and mixtures of solids, mixing is used. This process is also used in chemical industries to enhance mass transfer and heat exchange processes. In addition, intensive mixing is required for many continuous chemical processes.

The choice of mixing speed in a chemical reactor represents a complex task in the present paper. Based on experimental studies a convenient technique is proposed that allows to quickly and accurately select the shaft rotation speed which satisfies the conditions of all processes occurring in the operating machine.

Keywords: chemical reactor, mixer, mixing conditions.

INTRODUCTION

Devices with mixing devices are one of the most common types of technological equipment. The use of this equipment is due to its versatility and the possibility of using for various processes of chemical technology. One of the variants of using devices with agitators is a chemical reactor.

MAIN PART

The basis of reactor design is a mathematical model of the process [1]. The mathematical model of the chemical reactor is a system of equations of material balances for substances involved in the process and thermal balances for the

working volume of the apparatus and its heat exchange elements. These equations are supplemented by systems of equations (algebraic) for calculating the kinetic coefficients of the balance equations and calculating the thermophysical properties of substances. Among the kinetic coefficients are: coefficient of mass transfer (determines the speed of mixing), the rate of mass transfer between the dispersed and continuous phases, the coefficient estimating the effect of mixing conditions on the rate of a chemical process, the coefficient of heat transfer from the stirred liquid to the wall of the device and the heat transfer coefficients in heat exchange devices of the reactor. The values of all kinetic coefficients [2 ... 7] (except for the rate constants of chemical reactions) depend on the number of revolutions of the agitator, so the choice of the number of revolutions of the mixing device is crucial in the calculation of the apparatus with the mixing device. The available methods of calculating the number of revolutions [2, 5] make it possible to assess the impact of the number of revolutions on the speed of physical processes. Assessment of the influence of mixing speed on the chemical process is difficult. In this paper, an attempt is made to assess the impact of the number of revolutions on the nature of the chemical process. The proposed technique is tested on the process of polymerization of polypropylene powder (served as a powder – solid phase). The density of the solid and liquid phases differ by more than two times. In the studied process, the solid phase particles are suspended simultaneously, the transport of the soluble reagent into the solid phase volume, the chemical interaction between the reagents in the continuous phase, the movement of media in the volume of the apparatus, the transport of heat in the volume of the apparatus and the heat transfer between the medium in the volume of the reactor and the energy carrier circulating in the jacket of the apparatus. The speed of all these processes depends on the speed of rotation of the agitator. Therefore, the choice of the number of revolutions it presented a complicated problem.

The solution to this problem was complicated by the need to implement the scaling procedure, as it was necessary to issue data for the design of the industrial reactor. Experimental studies were carried out on a laboratory unit (volume 0.0003 m³), a pilot unit (volume 0.1 m³), and an industrial unit (volume 6.3 m³). Laboratory studies were carried out in a 300 ml glass cylindrical reactor equipped with a screw mixer, the diameter of the mixer is 0.8D. the rotation Speed of the agitator shaft could be measured. To implement the process of polymerization of polypropylene powder in the pilot and industrial plants, devices with turbine agitators and reflective partitions were used. The use of a turbine mixer as a mixing device allows to achieve the desired result with fewer revolutions. The baffles are immersed in a liquid to a depth of 0.3D, which eliminates deposition of particles in the zone behind the baffle. Between the wall and the reflective partition there is a gap exceeding the particle size by 2–3 times to prevent the formation of stagnant zones behind the partition. The devices used in

the research had an elliptical bottom. The condition of full suspension was used as a condition of large-scale transition. The calculation of the suspending conditions was carried out for the particles of five-sulfur phosphorus of the maximum size of 2.5 mm, with the known physical properties of the reagents and the product according to the equation [4]:

$$\frac{m \cdot d_m^2}{V_s} = 4,629 \cdot \left(\frac{d_m^2 \cdot g}{V_s^2}\right)^{0,45} \cdot \left(\frac{\rho_s - \rho_m}{\rho_m}\right)^{0,6} \cdot \chi^{-0,17} \cdot \left(\frac{d_m}{d_m}\right)^{0,25} \cdot \left(\frac{h_m}{d_m}\right)^{0,19} \cdot \left(\frac{D}{d_m}\right) \quad (1)$$

Since for the implementation of the process at the pilot plant and in industrial conditions, there were standard devices with a volume of 0.1 and 6.3 m³ and drives providing a rotational speed of 315 and 180 min⁻¹, respectively. Therefore, by equation (1), the dimensions d_M and h_M were determined to provide the conditions for complete suspending. The results of the calculations are shown in table 1. The size of the blades associated with the diameter of the stirrer well-known relationships [2, 5]. The agitators for pilot and industrial reactors were manufactured according to the dimensions specified in table 1. The minimum number of revolutions of the agitator, providing complete suspending in the laboratory apparatus, was determined visually and was equal to 350 min⁻¹.

Table 1 – dimensions of the equipment used in the research

Reactor	volume, V	D	d _M	h _M	n
	m ³	mm			min-1
Laboratory	0,0003	60	25	10	350, 500
Pilot	0,100	500	225	76	315
Industrial	6,3	1800	600	400	180

At all stages of the study process was carried out by a single method. Initially, thioacilanide was loaded into the reactor, and the reactor contents were heated to a temperature of 45–50 °C, and then the powder of five-sulfur phosphorus was loaded (if possible, the entire portion at a time). Weight ratio of acylanilides: five-sulfur phosphorus 4,61:1. Five-sulfur phosphorus with particle size (0,16 ÷ 2,5) mm, was used in experiments. The laboratory plant used powder with a specific surface area of 11.3 m²/kg, the pilot plant powder with a specific surface (11.3 and 23.5) m²/kg, industrial 15.6 m²/kg Due to the heat of the chemical reaction, the temperature of the reacting mass rose to 70–73 °C (adiabatic conditions) and at this temperature the reaction mass was maintained until the complete exhaustion of five-sulfur phosphorus (heated at this stage). In the course of the process after a certain period of time from the reactor was

sampled, which were determined by the degree of conversion of acylanilides. The power spent on mixing in a laboratory reactor was determined experimentally, by the known method, and for pilot and industrial reactors it was calculated by the standard method.

The results of experimental studies are presented in figure 1. As can be seen from the research results (figure 1) under conditions of complete suspension kinetic curves for devices of different scales coincide. This indicates the determining effect of the chemical reaction on the speed of the process, the correctness of the choice of the conditions of the scale transition and confirms the possibility of using the equation (1) to calculate the number of revolutions of the agitator. The value of the rate constant of the chemical reaction is definitely on the isothermal portion of the kinetic curve: Kэф = 0,0152 min⁻¹, (t = 70 °C) .

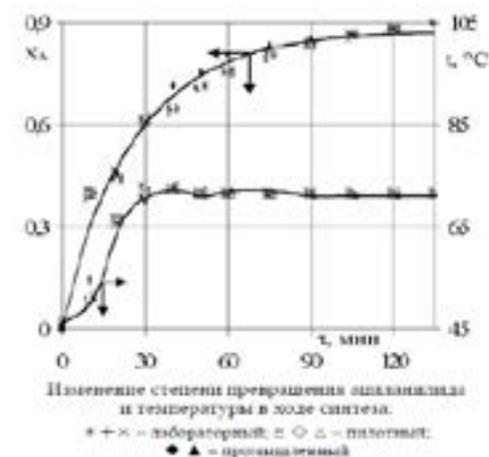


Figure 1 – the Change in transformation temperature during polymerization

The reaction of the pseudo-first order. In [8, 9] to estimate the influence of the agitator rotation speed on the intensity of physical mixing, the equation allowing to determine the volume mass transfer coefficient was proposed:

$$k_m = \frac{1}{\tau_n} \approx K_{m0} (\bar{V})^{-0,52} \sqrt{\frac{c_m}{v \ln(Sc) - 1,27}} \quad (2)$$

The values of the coefficients of equation (K_{m0}) for impeller K_{m0} = 0.0016 inch, for the turbine stirrer K_{m0} = 0 0,00047. Equation (2) was used to estimate the conditions of physical mixing, heat energy transport by volume of the apparatus, pre-mixing conditions, suspending.

The results of evaluation of these conditions according to experimental data are given in table 2.

As follows from the results of calculations presented in the table 2 the proposed method gives comparable results to full suspendirovanija. The remaining conditions for selecting the number of revolutions are performed automatically. Thus, the conditions used in the selection of the number of revolutions can be recommended for practical use in the calculation of reactors.

Table 2 – Results of evaluation of conditions based on experimental data

Parameter	The selection parameter	Reactor		
		Laboratory	Pilot	Industrial
Mixing of the reagents	$K_m \cdot \tau \geq 30$	34	48	72
A uniform temperature distribution	$\frac{r_{sp} \cdot \Delta H}{k_m \cdot c_p \cdot \rho \cdot t}$	~2300	~2000	~500
Preliminary peremennosti reagents	$\frac{K_m}{K = C_0} \geq 30$	1861	1579	394
The speed ratio of the heat transfer and transport volume of the reactor	$1 \leq \frac{r_{sp} \cdot \Delta H}{K \cdot F \cdot (t_p - t_{xa})}$	~7,0	~6,0	~2,0
Condition of complete suspension				
Staff		1,0	1,0	1,0
Proposed	$\frac{v}{v_{ec}}, v = \frac{k_m \cdot V}{F}$	1,8	1,2	1,0

List of symbols: C, Co, CH, – concentration, initial, kmol / m³; cp – heat capacity, Дж/кг °C; D – the vessel diameter, m; DA – diffusion coefficient, m²/c; dtp – diameter, particles, agitators, m; F, Ftp – the surface area of heat transfer cross-sectional area of the pipeline, m²; f_{ya} – specific surface, m²/m³; g – acceleration of gravity, m/c²; G – capacity, mass flow, кг/c; Hr – thermal effect, chemical reaction, physical transformations, kJ/kmol; hm – the height of the mixer over the bottom of the machine, m; k_{sp}, K – reaction rate constant, heat transfer coefficient, W/m² c; N – the power required for mixing, W; n – the number of revolutions of the stirrer, c⁻¹; r_a – reaction rate, kmol / m³; T, t – absolute temperature, K, °C; V – the volume of the unit, m³; v, vH – volume rate, the pump performance; xa – the degree of conversion; ε – power dissi per unit mass, W/kg; α – heat transfer coefficient, W/m² grad; ρ – density, kg/m³; ν – the kinematic coefficient of viscosity, m²/c.

CONCLUSIONS

In this paper an example of one of the methods for selecting revolutions per minute of the mixer in the polymerization reactor was considered in detail which in turn is the most important part here and plays both complex and significant role in the operating of the whole reactor.

Based on experimental studies a convenient technique is proposed that allows to quickly and accurately select the shaft rotation speed which satisfies the conditions of all processes occurring in the operating machine.

REFERENCES

- Kafarov, V. V.** Cybernetics Methods in chemistry and chemical technology. – M. : Chemistry, 1976. – 464 p.
- Vasiltsov, E. A., Ushakov, V. G.** Apparatus for mixing liquid media. Reference book. – L. : Mechanical engineering, 1979. – 271 p.
- Braginsky, L. N., Bogachev, V. I., Barabash, V. M.** Mixing in liquid media: Physical foundations and engineering methods of calculation. – L. : Chemistry, 1984. – 336 p.
- Nagata, S.** MIXING. Principles and applications. JOHN Wiley I sons. – New York-London – Sydney-Toronto. – 458 p.
- The governing regulatory document. A mechanical stirring device. Calculation method. – RD 26-01-90-85.
- Strenk, F.** Mixing and apparatus with mixers.: TRANS. with Pol. under the editorship of I. A. Schuplyak. – L. : Chemistry, 1975. – 884 p.
- Holland, F., Chapman, F.** Chemical reactors and mixers for liquid-phase processes.: TRANS. from English. under the editorship of Yu. K Zhorov. – M. : Chemistry, 1974. – 208 p.
- Tishin, O. A.** determination of the conditions of pre-mixed, in devices with mixers. / Tishin, O. A., Dorokhov I. N. Journal of applied chemistry. – 2002. – Vol. 75. – No. 11. – P. 1877–1880.
- Tishin, O. A.** Determination of the conditions providing in the apparatus with stirrer distribution of time of stay corresponding to the model of ideal mixing. / Tishin, O. A., Dorokhov I. N., Kachegin A. F.
- 10 Proceedings of Universities Chemistry and chemical technology. – 2002. – Vol. 45. – Vol. 5. – P. 70–73.

Material received on 23.02.18.

А. И. Гришина

Араластырғышы бар реактордағы қайта араластырғыш құрылғысын таңдау және айналым санын есептеу

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

А. И. Гришина

Подбор и расчет числа оборотов перемешивающего устройства в реакторе с мешалкой

Факультет химических технологий и естествознания,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 23.02.18.

Араластырғышты құрылғы сұйық күйде заттар мен реакцияларды араластыру үшін химиялық өнеркәсібінде қолданылады. Араластырғыш сауыты – фланецтермен жабдықталған бірнеше тесік (мойны) бар төменгі және дөңес нысанды қақпағы бар цилиндрлік сыйымдылық.

Мұндай сауыттың немесе сыйымдылықтың маңызды компоненті араластырғыш болып табылады, яғни, оның механизмі айналу, сондай-ақ кіріктірілген және тоспалы құрылғылар, мысалы, термометр, манометр және басқа да өлшеу құралдары.

Суспензия, эмульсиялар және қатты заттардың қоспаларын өндіру үшін араластыру қолданылады.

Сондай-ақ, бұл процесс химиялық өндірістерде масса алмасу және жылу алмасу процесстерді жеделдету үшін пайдаланылады.

Сонымен қатар, қарқынды араластыру көптеген үздіксіз химиялық процесстерді жүргізу үшін қажет.

Химиялық реакторда қайта араластырғыш құрылғысының айналым санын таңдау жұмысында күрделі міндетті атқарады. Эксперименттік зерттеулер негізінде аппарат жұмысының көлемінде барлық процесстерді жүзеге асыруды қанағаттандыратын жағдайларында білігінің айналу жылдамдығын тез және дәл таңдауға мүмкіндік беретін ыңғайлы әдісі ұсынылады.

Аппарат с мешалкой используются в химической промышленности для смешивания веществ и реакций в жидком состоянии.

Сосуд для смешивания представляет собой цилиндрическую ёмкость с днищем и крышкой выпуклой формы, в которой присутствуют несколько отверстий (горловин), оснащенных фланцами.

Важнейшим компонентом такого сосуда или ёмкости является мешалка, т.е. механизм её вращения, а также встроенные и навесные приспособления, например, термометр, манометр и другие измерительные приборы.

Для производства суспензий, эмульсий, а также смесей твердых веществ, применяется перемешивание. Также этот процесс используется на химических производствах для активизации процессов массообмена и теплообмена. Кроме того, интенсивное перемешивание требуется для проведения многих непрерывных химических процессов.

Выбор числа оборотов перемешивающего устройства в химическом реакторе представляет сложную задачу в работе. На основе экспериментальных исследований предлагается удобная методика, позволяющая быстро и точно выбрать скорость вращения вала, удовлетворяющую условиям осуществления всех процессов, протекающих в рабочем объеме аппарата.

ГРНТИ 61.51

М. А. Елубай¹, А. Т. Хахимов²

¹к.х.н., ассоц. профессор, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹madik_chimik@mail.ru; ²metis-azat@mail.ru

ПРОМЫШЛЕННЫЕ АНАЛИЗАТОРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

В статье основное внимание уделено вопросам создания промышленных технологических анализаторных систем контроля качества углеводородного сырья и нефтепродуктов и экологического мониторинга как основе создания информационных технологий ТЭК. Методическое пособие состоит из 3 разделов, охватывающих вопросы, связанные с проектированием, кратким обзором используемых приборов и методов контроля качества основных видов сырья и выпускаемой продукции, а также правилам промышленной безопасности на предприятиях ТЭК.

Ключевые слова: ТЭК, ПАК, технический регламент, система, экология.

ВВЕДЕНИЕ

С увеличением производства и потребления продукции ТЭК, развитием нефте- и газотранспортных систем, задачи контроля качества продукции, а также снижение затрат на производство продукции за счет ресурсосбережения и повышения энергоэффективности и предприятий приобрели насущную актуальность. Современная практика эксплуатации предприятий ТЭК подтверждает целесообразность применения технологических анализаторных комплексов не только для решения таких задач, но также для контроля за безопасностью работы предприятий и экологического мониторинга.

Решение этих задач требует привлечения современных методов проектирования и использования широкого спектра новейшего промышленного аналитического оборудования, а также создания информационно-аналитических систем и комплексов различного профиля, адаптированных под специфические условия работы на предприятиях ТЭК.

Интегрированные в технологию промышленные анализаторные комплексы (ПАК) могут успешно применяться практически на всех предприятиях химического и нефтехимического профиля, транспортно-трубопроводных системах, а также в металлургической и пищевой промышленности.

Для создания и применение ПАК используется законодательная метрология, нормативно-техническая документация, технические регламенты и стандарты на применение промышленного оборудования, на требования которых осуществляется:

- Создание эффективных информационных систем контроля качества продукции и коммерческого учета на предприятиях ТЭК на основе приборов, устройств и оборудования различного назначения;
- Создание эффективных информационных систем мониторинга безопасности эксплуатации объектов ТЭК.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Под промышленным анализаторным комплексом (ПАК) будем понимать совокупность оборудования, позволяющим выполнять определенные физико-химические измерения, необходимые для нужд по оперативного управления технологическим процессом, непосредственно на производственной технологической установке в реальном режиме времени. Специфика создания ПАК заключается в том, что входящее в состав ПАК оборудование интегрируется как в технологическое оборудование (трубопровод, резервуар, дымоход), так и в автоматическую систему управления техпроцессом (АСУ-ТП) или/или противоаварийной защиты (ПАЗ). Поэтому проектирование ПАК требует от специалистов профессионального понимания как технологических и метрологических аспектов, так и вопросов автоматизации, передачи и обработки данных. Проектирование ПАК проводится согласно действующей нормативно-технической документации (НТД). С 2012 года в странах Таможенного Союза основополагающими НТД являются следующие Технические регламенты:

- 1 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011).
- 2 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011).
- 3 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011).
- 4 Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (ТР ТС 013/2011).

5 Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011).

6 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013).

Основные этапы проектирования ПАК:

– составление технических требований или технического задания проектной организацией или ЕРС подрядчиком;

– составление опросных листов на анализаторы;

– рассмотрение и анализ технико-коммерческих предложений поставщиков;

– разработка рабочей документации.

Основные этапы внедрения ПАК:

– поставка оборудования;

– проведение монтажных работ;

– проведение шеф-монтажных работ (ШМР) и пуско-наладочных работ (ПНР);

– опытная эксплуатация;

– промышленная эксплуатация.

Современная практика применения ПАК:

Актуальность:

- Непрерывный контроль качества товарной продукции;
- Непрерывный контроль технологических процессов;
- Непрерывный контроль безопасности процессов и экологический мониторинг;
- Создание информационной технологии управления качеством.

ВЫВОДЫ

Основываясь на перспективных планах развития нефтегазовых компаний ТЭК в целом можно прогнозировать, что в следующие 10–30 лет в Казахстане будет полностью осуществлен переход на технологии глубокой переработки нефти, будут внедрены эффективные технологии получения и переработки попутного природного газа. Переход на такие технологии будет обеспечен на основе полной автоматизации технологических процессов, в том числе, полной автоматизации всех технологических измерений, контроля качества продукции и экологического мониторинга с помощью активного внедрения промышленных анализаторных комплексов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Хазаров, В. Г.** Автоматизация процессов нефтепереработки. – СПб. : Профессия, 2012. – 304 с.

2 **Ковалев, Б. К., Родин, А. А.** Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. – М. : Химия, 2012. – 440 с.

3 **Капустин, В. М.** Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под ред. О. Ф. Глаголевой. – М. : Колос С, 2012. – 456 с.

4 **Другов, Ю. С.** Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство: 2-е изд. перераб. и доп./ Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 270 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

М. А. Елубай¹, А. Т. Хакимов²

Өнеркәсіптік талдау комплексі

^{1,2}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

М. А. Elubay¹, А. Т. Khakimov²

Industrial analyzing complexes

^{1,2}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Мақалада отын-энергетикалық кешеннің ақпараттық технологияларын құруға негіз ретінде көмірсутегі шикізаты мен мұнай өнімдерінің сапасын бақылау және қоршаған ортаның мониторингі үшін өнеркәсіптік процестерді анализатор жүйелерін құруға баса назар аударылады. Әдістемелік нұсқаулық 3 бөлімнен тұрады: жобалау, пайдаланылатын құралдардың қысқаша шолуы және негізгі шикізат пен өнімдердің сапасын бақылау әдістері, сондай-ақ отын-энергетикалық кешен кәсіпорындарында өнеркәсіптік қауіпсіздік ережелері.

The article focuses on the creation of industrial process analyzer systems for quality control of hydrocarbon raw materials and petroleum products and environmental monitoring as the basis for the creation of information technologies of the fuel and energy complex. The methodical manual consists of 3 sections covering questions related to design, brief overviews of the instruments used and quality control methods of the main raw materials and products, as well as industrial safety rules at the enterprises of the fuel and energy complex.

ГРНТИ 61.31.29

М. М. Жұман

магистрант, Факультет химических технологий и естествознания,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: mega_1204@mail.ru

СПОСОБ ОЧИСТКИ ГАЗ КОНДЕНСАТОВ ОТ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ПРИМЕСЕЙ

Статья посвящена способу очистки газконденсатов от серосодержащих примесей.

Изобретение относится к нефтепереработке, а именно к получению малосернистого сырья для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Уровень и масштабы использования природного углеводородного сырья в значительной мере определяются содержанием в нем примесей не углеводородных соединений, в частности сернистых (сероводород, меркаптаны, элементарная сера).

От стабилизированные газоконденсатными (после удаления из них легких углеводородных фракций (C₁-C₄), сероводорода и легколетучих примесей) содержат 0,05–0,5 мас. % серосодержащих примесей, представляющих смесь меркаптанов и свободной серы.

Ключевые слова: очистки, газ, эффективность, нефтепереработка, катализатор.

ВВЕДЕНИЕ

Очистка газ конденсатов от серосодержащих примесей обеспечивает сохранность от коррозии транспортирующего и перерабатывающего оборудования, а также высокое качество получаемых из них продуктов.

Известен способ гидрообессеривания высокосернистого углеводородного сырья с использованием катализаторов, повышающих эффективность очистки.

Способ энергоемок, обеспечивает почти полное удаление меркаптановой серы, количественное содержание свободной серы остается на исходном уровне, и для получения из газ конденсата качественных продуктов он требует дополнительной очистки другими методами.

Известен способ очистки углеводородных жидкостей от сернистых соединений на молекулярных ситах, например на синтетических цеолитах.

Способ обеспечивает высокую степень очистки, одновременную осушку от влаги, не требует высоких эксплуатационных затрат. Однако при большом количестве серосодержащих примесей – более 0,2 мас. % требуется предварительная «грубая очистка».

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Широко используется на практике способ сероочистки жидкого углеводородного сырья с использованием каустической соды. Способ требует большого расхода реагента (до 5 кг/т) при степени очистки от меркаптанов до 0,02 %, повышение степени очистки в два раза требует удвоенного количества реагента. Добавление к раствору соды катализаторов типа фталоциановых соединений повышает степень очистки сырья от меркаптановых соединений до остаточного их содержания 0,005 мас. %, а расход соды снижает до 0,1 кг/т.

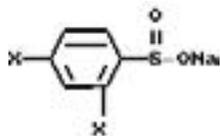
Однако способ не обеспечивает очистки сырья от несвязанной в соединения серы, недостаточна степень очистки от меркаптанов.

Проблематичен вопрос регенерации соды, а сброс ее растворов приводит к загрязнению почв и водоемов.

Способ очистки углеводородного сырья по Мероксу, включающий его обработку раствором щелочи с добавлением активных катализаторов типа хелатных соединений, позволяет достичь высокой степени очистки от меркаптанов – до 0,0005–0,0011 мас. % при малом расходе соды (0,02 г/100 м³) и ее полной регенерации, исключив загрязнение окружающей среды. Однако способ практически используется для сырья, содержащего не более 0,05 мас. % меркаптановых соединений и не обеспечивает удаления свободной серы

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является способ очистки газ конденсатов от меркаптанов путем обработки органическим кислородсодержащим агентом с образованием не растворимых в конденсате соединений с последующим выделением очищенного продукта известными.

В качестве органического соединения используют натриевую соль арилсульфиновой кислоты формулы



где X – H, Cl, CH₃ в количестве 6,24–10 мас. % в расчете на исходное сырье.

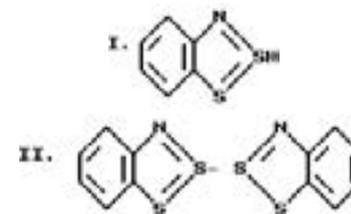
Обработку газ конденсата реагентом проводят, перемешивая в течение 1–2 ч при комнатной температуре.

Недостатком способа является индифферентность используемого реагента к свободной сере – ее количество после очистки остается на исходном уровне, а также большой расход реагента.

Наличие свободной серы в очищенном сырье сохраняет его высокую коррозионную активность и ухудшает качество получаемых из него продуктов, так как элементарная сера при переработке газ конденсата переходит в них количественно.

Целью изобретения является повышение эффективности очистки газ конденсата от серосодержащих примесей, повышение качества и снижение коррозионной активности газ конденсата.

Указанная цель достигается тем, что очистку газ конденсатов от серосодержащих продуктов проводят путем обработки их 2-меркаптобензотиазолом (соединение I) или его димером-ди (2-бензотиазолил) дисульфидом (соединение II) формулы



Обработку проводят при комнатной температуре, перемешивая в течение 3–5 ч.

Количество реагента составляет 0,01–0,03 мас.% в расчете на исходный конденсат.

Продукт взаимодействия меркаптанов и серы с соединениями I и II выпадает в осадок, очищенный газоконденсат отделяют известными методами – перегонкой, фильтрацией или декантацией.

Неожиданно оказалось, что обработка стабильного газоконденсата 2-меркаптобензотиазолом или его димером в заявляемых условиях позволяет очистить газоконденсат от всех присутствующих серосодержащих примесей, включая свободную серу, практически до полного их отсутствия, тем самым повысить качество получаемых из него при переработке продуктов и обеспечить его индифферентность в коррозионном плане.

Наличие в от стабилизированных газоконденсатах свободной, не связанной в химические соединения серы подтверждают испытания на медной пластинке. Помещенная в газоконденсат, очищенный от меркаптановой серы, медная

пластинка в течение 3 ч при 100 °С покрывается налетом от темно-серого до черного цвета при содержании свободной серы в количестве 0,02–0,3 мас. %.

Подобные результаты испытаний на медной пластинке показывают контрольные пробы на основе очищенного полностью от серосодержащих соединений газоконденсата и введенных в него расчетных количеств элементарной серы (от 0,01 до 0,3 мас. %).

ВЫВОДЫ

Свободная сера в газоконденсата находится как в мономерной, так и в полимерной формах.

Реакция связывания свободной и меркаптановой серы реагентами очистки I и II протекает через промежуточные регенерирующийся в ходе реакции комплексные соединения с образованием конечных, выпадающих в осадок продуктов взаимодействия.

Подтверждением возможности такого механизма реакции служит неэквивалентность расхода реагента по отношению к серосодержащим примесям.

Преимуществом заявляемого способа является высокая степень очистки газоконденсата от серосодержащих примесей, в том числе и от свободной серы, простота и технологичность процесса, низкий расход реагентов очистки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Саматов, Р. Р.** Получение полифгаллоцианина кобальта – высокоэффективного катализатора демеркаптанализации топлив и газов // Химия и химическая технология / Р. Р. Саматов, А. Х. Шарипов. – 2003. – № 3.

2 **Семенова, Т. А.** Очистка технологических газов / Т. А. Семенова, И. Л. Лейтес. – М. : Химия, 1997. – 287 с.

3 **Рипан, Р.** Неорганическая химия. Химия металлов. / Р. Рипан, И. Чутяну. – М. : Мир – Т. 2. – 1972. – 871 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

М. М. Жұман

Күкірт бар қоспалардан газ конденсатын тазарту әдісі

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

M. M. Zhuman

Method for cleaning gas condensates from sulfur-containing impurities

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,

S. Toraihyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Осы мақала күкіртті қоспалардан газ конденсатын тазарту әдісіне арналған.

Өнертабысы мұнай өңдеу және мұнай-химия өнеркәсібі үшін төмен күкіртті шикізат өндіру үшін, атап айтқанда, мұнай өңдеу жатады.

Табиғи көмірсутек шикізатын деңгейі мен көлемі негізінен, атап айтқанда күкірт (күкіртті сутек, меркаптандар, элементтік күкірт) көмірсутегі қосылыстардың, қоспалардың мазмұны анықталады.

Тұрақты газ конденсатын бастап (жеңіл көмірсутектердің (C1–C4) жойғаннан кейін, күкіртті сутек және ұшпа қоспаларды) 0,05–0,5 % мас. меркаптандар және күкірт-еркін бар қоспасын күкірт қоспаларды білдіреді.

The article is devoted to a method for purifying gas condensate from sulfur-containing impurities.

The invention relates to oil refining, namely, to the production of low-sulfur raw materials for the oil refining and petrochemical industries.

The level and scale of the use of natural hydrocarbon feedstock is determined to a great extent by the content of non-hydrocarbon compounds impurities, in particular sulfur ones (hydrogen sulphide, mercaptans, elemental sulfur).

From stabilized gas-condensate (after removal of light hydrocarbon fractions (C1–C4), hydrogen sulfide and volatile impurities) contain 0,05–0,5 wt. % of sulfur-containing impurities representing a mixture of mercaptans and free sulfur.

ГРНТИ 61.31.29

М. М. Жұман

магистрант, Факультет химических технологий и естествознания,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: mega_1204@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ОТ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Статья посвящена анализу технологий очистки углеводородного сырья от сернистых соединений.

Сернистые соединения нефти представляют собой сложные смеси, состоящие из меркаптанов, сульфидов и дисульфидов с открытой цепью, элементной серы и сероводорода, циклических и гетероциклических соединений. Присутствие в нефти свободной серы объясняется разложением более сложных сернистых соединений, окислением сероводорода или меркаптанов. Свободная сера – активный корродирующий агент, и ее присутствие в нефти и дистиллятах нежелательно вследствие сложности очистки. Она вступает в реакции с высшими парафиновыми углеводородами с образованием в основном сероводорода и сероуглерода.

Ключевые слова: углеводород, сырье.

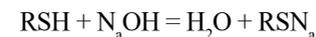
ВВЕДЕНИЕ

Функционирование нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности создает множество экологических проблем. Наиболее актуальной является проблема загрязнения окружающей среды сернистыми соединениями, содержащимися в нефтях и газах.

Сероводород (H_2S) – весьма нежелательный спутник сернистых нефтей, освобождение от которого требует строительства специальных установок и значительного расхода реагентов. Сероводород может присутствовать в попутном газе, в самой нефти, в продуктах перегонки нефти (газах, бензиновых дистиллятах и других светлых нефтепродуктах), а также в продуктах термического и каталитического крекинга, каталитического риформинга, гидроочистки и др.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Меркаптаны или тиоспирты (RSH) в процессах переработки нефти, как и сероводород, вызывают интенсивную коррозию оборудования, отравляют катализаторы. Они обладают сильным неприятным специфическим запахом. Химические свойства меркаптанов определяются наличием подвижного атома водорода тиогруппы, а также двух не поделённых пар электронов у атомов серы. Действием щелочи можно удалить низшие меркаптаны из нефтяных дистиллятов:



Степень удаления меркаптанов, например, из попутных газов можно повысить, применяя органические растворители.

Как и меркаптаны, сульфиды или тиоэфиры характеризуются неприятным запахом. Это тяжелые жидкости, нерастворимые в воде, но хорошо растворимые в серной кислоте, что определяет возможность их удаления при сернокислотной очистке. При термическом разложении сульфидов при температуре выше $400^\circ C$ образуются сероводород и алкены.

Наличие в углеводородном сырье меркаптанов, сероводорода и других агрессивных серосодержащих соединений, создающих специфические трудности при добыче, транспортировке, хранения и переработке, делает проблему обессеривания нефти и нефтепродуктов особо актуальной.

Для очистки углеводородного сырья от серы применяются адсорбция, окисление, щелочная экстракция, плюмбитная очистка, очистка серной кислотой, гидроочистка и др.

Одним из наиболее старых методов демеркаптанализации является метод плюмбитной очистки. Нефть с избыточным содержанием меркаптанов обрабатывают при температуре $40-50^\circ C$ раствором свинца в водной щелочи. При том вначале образуются меркаптаны свинца, затем при добавлении серы – дисульфиды и сероводород. При пропускании воздуха через полученную смесь при температуре $80-90^\circ C$ образуются дисульфиды и вода.

Для удаления сернистых соединений, содержащихся в нефтях и тяжелых нефтяных остатках, применяют также радиационно-термический метод, при котором изменяются как состав сернистых соединений, так и их содержание в различных фракциях.

Для очистки промышленных газовых потоков от сероводорода предложен метод, при помощи которого происходит окисление на поверхности активированного угля при температуре окружающей среды с выделением тепла. Образующаяся при этом элементарная сера задерживается углем.

Основным промышленным методом извлечения сероводорода из природных газов с получением элементарной серы является метод Клауса.

Однако лучших результатов достигают при применении способа парциального каталитического окисления сероводорода, который не требует предварительного очистки газов и концентрирования сероводорода. Недостатками этого катализатора являются его вязкая активность и селективность, а также легкая и быстрая его деактивация под влиянием реакционной среды.

В настоящее время появилась возможность использования не утилизируемого отхода, содержащего ацетон, в реакции алкилтиометаллирования кетонов для демеркаптанизации углеводородного сырья и регенерации сернисто-щелочных растворов. Конверсия активных сернистых соединений при этом достигает 97–100 % при одновременном получении практически полезных у-оксоалкилсульфидов.

Для оценки окислительной способности ванадиевых катализаторов пероксокомплексов по отношению к сернистым соединениям в качестве модельных реакций был исследован процесс окисления фенилбензинсульфида и дифенилсульфида, которые могут находиться в средних и высших фракциях сернистой нефти. В исследованиях применяли ванадиевые катализаторы в качестве катализаторов окислительного обессеривания дизельного топлива пероксидом водорода в двухфазной системе. Однако изменение соотношения реагентов и продолжительности опыта не позволило снизить содержание серы в топливе менее 0,2 % по массе.

Для сравнения эффективности работы катализатора волокнистой структуры с зернистыми катализаторами были проведены опыты по окислению сульфидов кислородом воздуха в идентичных условиях. При использовании волокнистого катализатора отмечено существенное ускорение процесса.

Перспективным методом демеркаптанизации нефтепродуктов и газов является использование в качестве катализатора полифгаллоцианина кобальта. Его можно также применять для очистки газов от сульфидов и сероводорода. К достоинствам полифгаллоцианина кобальта следует отнести высокую активность, возможность применения в гомогенном катализе без сульфирования, способность одновременной очистки сырья от меркаптанов и низкомолекулярных сульфидов.

ВЫВОДЫ

Широко распространен в промышленности экстракционный метод обессеривания, например, с помощью щелочных растворов. Однако этот метод используется только для очистки бензиновых дистиллятов. Для очистки дизельных топлив он непригоден, поскольку высокомолекулярные меркаптаны не экстрагируются раствором щелочи. Метод мало эффективен и для удаления сернистых соединений, так как требует большого расхода экстрагентов.

Непоглощенные серосодержащие соединения снова закачиваются в нефть либо сжигаются на факелах, что приводит к загрязнению окружающей среды токсичными веществами.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке эффективных методов сероочистки, исключаящих разрушение сернистых соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Капустин, М. А. Кинетика окисления сероводорода в промышленных газовых выбросах на разных катализаторах // Химия и технология топлив и масел / М. А. Капустин, Т. Ю. Белова, Н. Н. Ежова. – 2002. – № 3.
- 2 Коншенко, Е. В. Прямое каталитическое окисление сероводорода // Химия и технология топлив и масел / Е. В. Коншенко, А. В. Балаев. – 2001. – № 3.
- 3 Архипова, О. В. Использование природных минеральных сорбентов в процессах очистки нефтепродуктов // Нефть и газ. / О. В. Архипова, С. А. Обухова, Р. Р. Везиров, Э. Г. Теляшев. – 2003. – № 1.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

М. М. Жұман

Сульфур қосылыстарынан гидрокарбоннан жасалған шикізатты тазалауға арналған технологияларды талдау

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

M. M. Zhuman

Analysis of technologies for cleaning hydrocarbon feedstock from sulfur compounds

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 23.02.18.

Осы мақала күкірт қосылыстарынан көмірсутегі шикізатын тазалау технологиясын талдауға арналған.

Күкірт қосылыстары мұнай ашық тізбек, элементтік күкірт және күкіртті сутек бар меркаптандар, сульфидтер

және дисульфидтер күрделі қоспалар, циклдік және гетероциклді қосылыстар болып табылады. Мұнай ыдырау тегін күкірттің болуы күрделі күкіртті қосылыстар, сутегі немесе меркаптандар тотығуын түсіндірді. Еркін күкірт белсенді коррозиялық агент болып табылады, оның май мен дистилляттарда болуы тазарту күрделілігіне байланысты қажет емес. Ол негізінен сутегі сульфидті және көміртегі дисульфидті қалыптастыру үшін жоғары парафинді көмірсутектермен әрекеттеседі.

The article is devoted to the analysis of technologies of hydrocarbon raw materials purification from sulfur compounds.

Sulfur compounds of petroleum are complex mixtures consisting of mercaptans, sulfides and open-chain disulfides, elemental sulfur and hydrogen sulphide, cyclic and heterocyclic compounds. The presence of free sulfur in oil is explained by the decomposition of more complex sulfur compounds, the oxidation of hydrogen sulphide or mercaptans. Free sulfur is an active corrosive agent, and its presence in oil and distillates is undesirable due to the complexity of the purification. It reacts with higher paraffinic hydrocarbons to form mainly hydrogen sulphide and carbon disulphide.

ГРНТИ 61.01

**Д. Д. Ильичев¹, Д. М. Сулейменов², Д. Т. Толегенов³,
А. С. Оралтаева⁴**

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³преподаватель, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁴магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹danko.ilichev1984@bk.ru; ³www.dika-92@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ПРОЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ ТОО «ПНХЗ»

В статье автор рассматривает причины целого ряда технических усовершенствований в технологии изомеризации и способах выделения получаемых разветвленных изомеров. Представлены установки изомеризации позволяющие получать топливо с характеристиками, отвечающими жестким стандартам ЕВРО-4 и ЕВРО-5. Определены параметры влияющие на протекание процесса изомеризации бензинов: температура; давление; объемная скорость подачи сырья; мольное соотношение водород/сырье и кратность циркуляции ВСГ; активность катализатора; состав сырья и содержание в сырье примесей. Предложена изомеризация высших алканов (пентана), которая способствует снижению температуры застывания дизельного топлива, моторных масел. Выявлено что, высокая эффективность каталитической изомеризации заключается в том, что в качестве сырья используются низкооктановые компоненты нефти фракции н.к. – 62 °С и рафинаты каталитического риформинга, содержащие в основном n-пентаны и n-гексаны.

Ключевые слова: изомеризация, октановое число, каталитический риформинг, детонационная стойкость.

ВВЕДЕНИЕ

Целевым назначением процессов каталитической изомеризации в современной нефтепереработке является получение высокооктановых изокомпонентов автомобильных бензинов или сырья нефтехимии, прежде всего изопентана для синтеза изопренового каучука.

Высокая эффективность каталитической изомеризации заключается в том, что в качестве сырья используются низкооктановые компоненты нефти фракции н.к. – 62 °С и рафинаты каталитического риформинга, содержащие в основном н-пентаны и н-гексаны. Разветвленные парафины C₅–C₆ имеют высокие октановые числа и являются хорошими компонентами автомобильных бензинов. Это сырье (а также фракции C₅–C₆, получаемые с ГФУ) изомеризуется в среде водорода в присутствии бифункциональных катализаторов.

Установка изомеризации предназначена для получения изомеризата – высокооктанового компонента бензина из низкооктановых фракций нефти. Проектная мощность установки на ТОО «ПНХЗ» – 571 тыс. тонн по сырью в год.

Высокие детонационная стойкость и испаряемость продуктов изомеризации углеводородов C₅–C₆ обуславливают их исключительную ценность в качестве низкокипящих высокооктановых компонентов неэтилированных автомобильных бензинов. Значение изомеризации особенно возросло в последние годы в связи с потребностью производства высокооктановых бензинов с ограниченным содержанием аренов и бензола.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Производство экологически чистых автобензинов, соответствующих все более жестким стандартам, обуславливает необходимость больших инвестиций в модернизацию действующих установок и строительство новых объектов по производству автокомпонентов.

Изопентан и изобутан являются ценным сырьем для получения синтетических каучуков. Изобутан используется также для получения алкилбензина, высокооктановых эфиров, наиболее распространенным из которых является метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ).

Изомеризация высших алканов (пентана) способствует снижению температуры застывания дизельного топлива, моторных масел.

За последние годы процесс изомеризации стал одним из самых рентабельных способов получения высокооктановых и экологически чистых компонентов бензина, который широко применяется в зарубежной нефтепереработке для повышения октановых чисел бензина C₅ – 100 °С путем перегруппировки молекулярной структуры нормальных парафинов в их изомеры с более высоким октановым числом.

Реакции изомеризации парафиновых углеводородов являются равновесными и проходят без изменения объема, с небольшим экзотермическим эффектом (6–8 кДж/моль), поэтому термодинамическое равновесие зависит только от температуры: низкие температуры благоприятствуют образованию более разветвленных изомеров (преимущественно диметил-производных) и получению, следовательно, изомеризата с более высокими октановыми числами. При этом равновесное содержание изомеров при данной температуре повышается с увеличением числа атомов углерода в молекуле n-алкана.

Кроме реакций изомеризации парафинов, протекают несколько других важных реакций: реакция гидрирования бензола протекает очень быстро и при очень низких температурах, с выделением тепла. Количество выделяющегося при протекании этой реакции тепла ограничивает содержание бензола в сырье, поступающем на установку. В сырье, подаваемом в реакторный блок изомеризации, должно содержаться не более 1 % вес. бензола.

Для типичных условий в реакторе установки изомеризации, глубина превращения при размыкании нафтеновых колец с образованием парафиновых углеводородов составляет около 20–40 %. В процессе изомеризации бензинов реакция размыкания колец ускоряется при повышении температуры.

Скорость изомеризации парафиновых углеводородов возрастает с увеличением их молекулярного веса (таблица 1).

Таблица 1 – Скорость изомеризации парафиновых углеводородов

	При 340 °С	При 360 °С
н-Пентан	1	1
н-Гексан	2,1	1,9
н-Гептан	3,1	2,9
н-Октан	4,2	-

При анализе этих данных было сделано заключение о том, что предпочтительнее подвергать изомеризации эти фракции отдельно (даже при работе на платиновых катализаторах).

На протекание процесса изомеризации бензинов влияют следующие параметры: температура; давление; объемная скорость подачи сырья; мольное соотношение водород/сырье и кратность циркуляции ВСГ; активность катализатора; состав сырья и содержание в сырье примесей.

При производстве ароматических углеводородов методом каталитического риформинга в качестве головного погона получают смешанную пентан-гексановую фракцию. Разделение этой фракции (так же, как и фракции углеводородов C₅–C₆) требует больших затрат.

Это явилось следствием целого ряда технических усовершенствований в технологии изомеризации и способах выделения получаемых разветвленных изомеров.

Так, если до 90-х годов прошлого века процесс изомеризации осуществляли по аналогии с риформингом с циркуляцией водородсодержащего газа, то в настоящее время освоена схема с однократной подачей водорода. Она обеспечила снижение на 20 % капитальных и эксплуатационных затрат в сравнении с ранее применявшейся технологией. Кроме того, в процессе изомеризации все шире стали применять рецикл выделяемых различными способами н-пентанов и н-гексанов.

В целом современный технологический комплекс изомеризации легких бензиновых фракций C₅-C₆ состоит из нескольких основных блоков: блока гидроочистки сырья, блока реакторов изомеризации с высокоактивным цеолитным или аморфным катализатором, блока стабилизации изомеризата, блоков выделения и рециркуляции низкооктановых углеводородов нормального строения, как непрореагировавших, так и содержащихся в исходном сырье. Среди всех процессов производства автокомпонентов в последние годы наибольшую популярность получил процесс изомеризации легких бензиновых фракций. Это обусловлено рядом факторов и показателей качества (таблица 2).

Таблица 2 – Факторы инвестиционной привлекательности процесса изомеризации легких бензиновых фракций.

1 Сырьевая база	На любом НПЗ имеется прямогонные пентан-гексановые фракции. Дополнительно – легкие фракции риформинга, гидроочистки, каталитического крекинга, гидрокрекинга.
2 Содержание в продукте	
– бензола	Отсутствие
– ароматических углеводорода	Отсутствие
3 Фракционный состав	Увеличивает долю автобензина выкипающего до 100 °С
4 Октановое число	ИОЧ от 82 до 92 пунктов. Выравнивает октановые числа по фракционному составу автобензина.
5 Эксплуатационные затраты	Самые низкие среди всех процессов получения высокооктановых неароматических автокомпонентов.

Если процесс риформинга выводит из бензинового сырья тяжелые низкооктановые бензиновые фракции прямой гонки и гидрокрекинга (100–180 °С) и превращает их в ароматизированные высокооктановые компоненты, то процесс изомеризации извлекает из состава бензина низкооктановые легкиепрямогонные и вторичные компоненты и вводит

взамен них высокооктановые изомеры, которые не содержат бензола и имеют высокие значения октановых характеристик

На сегодняшний день лидер в лицензировании технологии изомеризации – компания UOP, по ее технологиям в мире на сегодняшний день эксплуатируется более 220 установок. Свыше 30 установок в мире эксплуатируются по лицензиям фирмы Axens.

Лицензионные предложения имеют также фирмы Lummus Global, CDTECH and Lyondell Chemical Co., Kellogg Brown & Root Inc., Technology Solutions Division of ConocoPhillips и др.

За рубежом наиболее широко используются два вида изомеризации:

– низкотемпературная (120 °С), катализатор платина на хлорированном оксиде алюминия (катализатор AT-26 – Akzo Nobel; катализатор IS632 – Axens);

– среднетемпературная (260 °С), катализатор – платина и палладий на цеолитных носителях (катализатор TIP – фирмы UOP; катализатор Хайзомер – фирмы Shell; Изопар – фирмы Sepsa и Süd-Chemie).

Термодинамически реакцию изомеризации желательнее проводить при низких температурах. Это способствует образованию более разветвленных изомеров. На современных промышленных установках для изомеризации н-пентана и н-гексана используют обычно бифункциональные катализаторы.

Алюмоплатиновые катализаторы, промотированные фтором, называют высокотемпературными, они требуют температуры 360–420 °С; металлоцеолитные катализаторы (среднетемпературные) используются при 230–380 °С; алюмоплатиновые, промотированные хлором (низкотемпературные) при 100–200 °С.

Наиболее распространенный процесс изомеризации бензиновой фракции осуществляется при следующих технологических параметрах: катализатор ИП-62 – платинированный γ -Al₂O₃, промотированный фтором; температура 360–400 °С; давление 2,8–3,0 МПа; объемная скорость подачи сырья 1,6–2,0 ч⁻¹; срок службы катализатора 14–40 месяцев; суммарный выход изопентана на превращенный н-пентан 97 %; циркуляция водородсодержащего газа 900 м³ на 1 м³ сырья.

В современной мировой нефтепереработке распространение получили модели процессов изомеризации:

– однопроводные, состоящие из двух параллельно работающих реакторов и колонны стабилизации;

– с рециркуляцией непревращенных н-пентанов;

– с рециркуляцией непревращенных н-гексанов.

Поскольку степень превращения C_5-C_6 - алканов на высокотемпературном катализаторе типа ИП-62 составляет около 55 %, изомеризацию на промышленных установках осуществляют с ректификацией смеси и циркуляцией непревращённого сырья. Исходное сырьё изомеризации подвергают предварительной гидроочистке и осушке. Установка изомеризации, как правило, состоит из двух блоков: ректификации и изомеризации. В блоке ректификации производится выделение изомеров из смеси исходного сырья и стабильного изомеризата.

Реакторный блок состоит из двух параллельно работающих секций: в одной осуществляется изомеризация н-пентана, а в другой н-гексана.

Себестоимость изомеризата примерно в 3 раза ниже, чем у алкилатов. Причем процесс имеет более обширную и надежную сырьевую базу, чем алкилирование.

ВЫВОДЫ

Процесс изомеризации пентана является одним из самых рентабельных способов получения высокооктановых компонентов бензинов с улучшенными экологическими свойствами.

Актуальность установок изомеризации также возросла с введением новых сверхжестких ограничений на экологические свойства автомобильных бензинов, включая ограничение по фракционному составу, содержанию ароматических соединений и бензола. Установки изомеризации позволяют получить топливо с характеристиками, отвечающими жестким стандартам ЕВРО-4 и ЕВРО-5. Интенсивное наращивание мощностей процесса изомеризации осуществляется за счет реконструкции существующих и строительства новых установок.

Реализация проекта «Модернизация ТОО «ПНХЗ» в 2017 году позволит обеспечить внутренний рынок Республики Казахстан качественными нефтепродуктами, соответствующими требованиям экологического класса К4, и снизить вредное воздействие на окружающую среду за счет внедрения новых технологий, повышения автоматизации управления, рационального использования природных ресурсов, снижения в нефтепродуктах содержания серы и бензола, олефиновых углеводородов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Хаджиев, С. Н.** Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах / С. Н. Хаджиев, Ю. П. Суворов, В. Р. Зиновьев и другие. – М. : Химия, 1982. – 280 с.

2 **Магарил, Р. З.** Теоретические основы химических процессов переработки нефти / Р. З. Магарил. – Л. : Химия, 1985. – 280 с.

3 Технологический регламент ОАО «Павлодарский НПЗ» С-200. Каталитический крекинг и ректификация.

4 **Эрих, В. Н.** Химия и технология нефти и газа / В. Н. Эрих, М. Г. Расина, М. Г. Рудин. – Л. : Химия, 1977. – 424 с.

5 **Магарил, Р. З.** Теоретические основы химических процессов переработки нефти / Р. З. Магарил. – Л. : Химия, 1985. – 280 с.

6 **Эмирджанов, Э. Т.** Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии / Э. Т. Эмирджанов, Р. А. Лямберанский – М. : Химия, 1989. – 192 с.

7 **Кушелев, В. П.** Основы техники безопасности на нефтеперерабатывающих заводах / В. П. Кушелев. – М. : Химия, 1978. – 268 с.

8 **Волков, О. И.** Экономика предприятия / О. И. Волков. – М. : Экономика, 1998. – 360 с.

9 **Дытнерский, Ю. И.** Процессы и аппараты химической технологии / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 2002. – 325 с.

10 **Маноян, А. К.** Технология первичной переработки нефти и природного газа / А. К. Маноян. – М. : Химия, 2001. – 568 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

Д. Д. Ильичев¹, Д. М. Сулейменов², Д. Т. Толегенов³, А. С. Оралтаева⁴
«ПМХЗ» ЖШС изомерлеу процесі қондырғысын оптимизациялау

^{1,2,3,4}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

D. D. Ilichev¹, D. M. Suleimenov², D. T. Tolegenov³, A. S. Oraltaeva⁴

Izomerization unit optimization of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP

^{1,2,3,4}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Мақалада авторлар изомерлеу технологиясының бірқатар техникалық жетілдірулердің себептерін және алынатын тармақталған изомерлерді болу әдістерін қарастырған. Еуро-4

және Еуро–5 қатаң стандарттарына сәйкес келетін отынды алуға мүмкіндік беретін изомерлеу қондырғылары ұсынылған. Бензинді изомерлеу үрдісіне әсер ететін параметрлер анықталады: температура; қысым; тамақ беру жылдамдығы; сутектің / шикізаттың молярлы қатынасы және КҚГ айналымының көптігі; катализаторлық қызмет; шикізаттың құрамын және шикізат қоспалардың құрамын анықтау. Дизель отынын, қозғалтқыш майларының құйылуын азайтуға көмектесетін жоғары алкандардың (пентанды) изомерлеу ұсынылады. Каталитикалық изомерлеудің жоғары тиімділігі мұнай фракциясының төмен октандық май компоненттері б.қ. – 62 °С және негізінен n-пентан және n-гександары бар каталитикалық риформинг рафинаттары болып табылатындығын анықтайды.

In the article the authors consider the causes of a number of technical improvements in the technology of isomerization and separation of the resulting branched-chain isomers. Isomerization units are presented that allow to receive fuel with characteristics meeting the strict standards of EURO–4 and EURO–5. The parameters influencing the course of the gasoline isomerization process are determined: temperature; pressure; bulk feed speed; molar ratio of hydrogen / feedstock and the multiplicity of the BCG circulation; catalyst activity; the composition of raw materials and the content of impurities in the raw material. Isomerization of higher alkanes (pentane) is proposed, which helps to reduce the pour point of diesel fuel, motor oils. It was found out that the high efficiency of catalytic isomerization consists in the fact that low octane oil components of the fraction i.b. – 62 °C and catalytic reforming raffinates containing mainly n-pentanes and n-hexanes.

ГРНТИ 61.01

**Д. Д. Ильичев¹, Д. М. Сулейменов², Д. Т. Толегенов³,
Т. Б. Тугамбаева⁴**

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³преподаватель, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁴магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹danko.ilichev1984@bk.ru, ³www.dika-92@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ГЛУБИНУ ПРОЦЕССА КРЕКИРОВАНИЯ

В статье автор рассматривает влияние различных факторов на глубину процесса крекирования, которые являются параметрами технологического режима, определяют выход и качество получаемых продуктов, являются экономическими показателями производства и его экологической характеристикой. Представлены основные факторы, влияющие на процесс каталитического крекинга: свойства применяемого для крекирования катализатора; температура процесса; кратность циркуляции катализатора; продолжительность контакта сырья с катализатором; качество крекируемого сырья. Перспективность процесса определяется основными направлениями химических превращений расщеплением тяжелого сырья и образованием разветвленных углеводородов, которые повышают октановое число бензина. Преимуществом каталитического крекинга перед термическим является большая ценность получаемых продуктов: меньший выход метана, этана и диенов при более высоком выходе углеводородов C3 и C4, изопарафинов.

Ключевые слова: каталитический крекинг, термический крекинг, кокс, катализаторы.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития нефтеперерабатывающей промышленности процесс каталитического крекинга приобретает особое значение, так как позволяет перерабатывать различные нефтяные фракции, в том числе тяжелые дистилляты в продукты, пригодные для использования в качестве моторных, дизельных, котельных топлив, сырья для нефтехимического производства, технологии резиновых изделий, а так же продукты ароматического строения.

При каталитическом крекинге тяжелые нефтяные фракции при 500 °С в значительной части превращаются в компоненты, выкипающие в пределах температур кипения бензина и газообразные продукты, которые могут использоваться для производства высокооктановых компонентов бензина или как сырье для химических синтезов.

В зависимости от сырья и условий процесса выход бензина при крекинге составляет 7–50 вес. % (на сырье). Наряду с бензином образуются и другие продукты-газообразные, жидкие и твердые (кокс). В качестве сырья обычно применяют тяжелые дистилляты атмосферной или вакуумной перегонки нефти, а также деасфальтизаты и другие продукты.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основные факторы, влияющие на процесс каталитического крекинга:

- свойства применяемого для крекирования катализатора;
- температура процесса; кратность циркуляции катализатора (отношение количества катализатора к определенному количеству сырья);
- продолжительность контакта сырья с катализатором; качество крекируемого сырья.

Для обеспечения максимального количества целевых продуктов и минимального количества побочных, а также для достижения высоких технико-экономических показателей процесса катализатор крекинга должен иметь следующие основные свойства: высокую активность, определяющую большую глубину превращения исходного сырья при прочих равных условиях; высокую избирательность, которая оценивается способностью катализатора ускорять реакции в требуемом направлении, снижать скорость побочных реакций; стабильность.

Стабильность активности, избирательности и механических свойств катализатора в процессе эксплуатации особенно важна в системах с кипящим слоем катализатора. Катализатор должен быть стойким к истиранию, растрескиванию и давлению вышележащих слоев, а также не должен изнашивать аппаратуру; высокую степень регенерации, характеризующуюся способностью быстро и многократно восстанавливать свою активность и избирательность при

окислительной регенерации без нарушения поровой структуры и разрушения частиц.

Продукты крекинга имеют сложный состав: при каталитическом крекинге цетана C₁₆H₃₄ образуются (в вес. %):

- Водород, метан, этан и этилен5 %;
- Пропан и пропилен23 %;
- Бутан, изобутан и бутилены33 %;
- Высшие углеводороды, входящие в состав бензина.....36 %;
- Кокс3 %.

Состав продуктов крекинга керосиновых, соляровых и вакуумных дистиллятов, т.е. смесей весьма большого числа разных углеводородов, еще более сложен.

Результаты каталитического крекинга углеводородных смесей существенно зависят от условий проведения процесса применяемого катализатора.

Каталитический крекинг происходит, как правило, в паровой фазе в системе без притока и отдачи тепла, поэтому его относят к адиабатическим процессам. При адиабатическом процессе внешняя работа полностью затрачивается на изменение внутренней энергии системы. В зависимости от характеристик перерабатываемого сырья и системы или типа установки, а также от состава и свойств катализатора устанавливается определенный технологический режим. К основным показателям технологического режима установок каталитического крекинга следует отнести температуру, давление, соотношение количества сырья и катализатора, находящегося в зоне крекинга, а также кратность циркуляции катализатора.

Каталитический крекинг проводят в следующих условиях:

Температура, °С

- крекинга450–525
- регенерации катализатора.....540–680

Давление, атм.

- в реакторе 0,6–1,4
- в регенераторе0,3–2,1

Температура в реакторе: в процессе каталитического крекинга основные химические реакции протекают с поглощением теплоты и по этой причине температура продуктов крекинга снижается по мере их продвижения от зоны контакта сырья с катализатором до выхода из реактора. Перепад температуры по высоте реактора может достигать 30–40 °С. Ее значения контролируются в нескольких точках, расположенных по высоте и сечению реактора. В рабочем режиме установки она изменяется в пределах 490–530 °С. За температуру в реакторе обычно принимают температуру продуктов реакции на выходе из него

при входе в циклоны. Она зависит от расходов вводимых в реактор сырья и катализатора, их температуры, активности катализатора, глубины превращения, количества подаваемого водяного пара, степени распыления сырья и его физико-химических свойств. Температура в реакторе, наряду с кратностью циркуляции и температурой регенерированного катализатора, относится к основным параметрам, которые можно изменять в процессе работы установки.

При эксплуатации установки активность и селективность катализатора снижаются. Поэтому, а также из-за его потерь через циклоны реактора и регенератора, в систему циркуляции вводят свежий или равновесный катализатор. Для сохранения выхода бензина и его октанового числа требуется постоянная, желательна равномерная, подпитка катализатора и повышение температуры в реакторе. Эти операции приводят к возрастанию скорости первичных (расщепление тяжелых углеводородов сырья при их контакте с катализатором) и вторичных (превращение углеводородов, образовавшихся в результате первичных реакций) химических реакций, что способствует росту конверсии сырья, изменению выхода и 90 % состава получаемых продуктов. В среднем, повышение температуры в реакторе на 10 °С приводит к увеличению конверсии на 12–13 %.

С ее ростом до 530 °С (рис. 1) увеличивается выход бензина (н.к. – 195 °С) и его октановое число по исследовательскому методу.

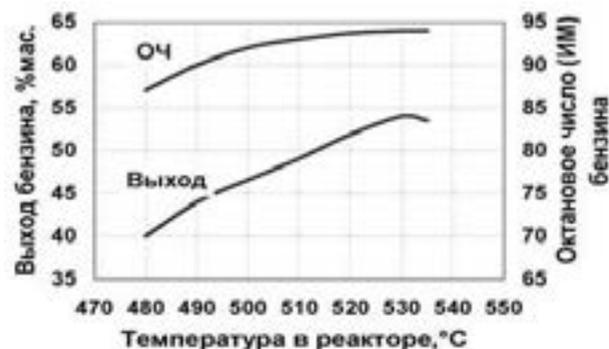


Рисунок 1 – Зависимость выхода бензина и его октанового числа (ИМ) от температуры в реакторе

Давление: при повышении давления увеличивается выход парафиновых углеводородов и бензина, снижается выход газов C_1-C_3 , олефинов и ароматических углеводородов. Выход кокса в условиях промышленного процесса от давления практически не зависит.

Глубина крекинга, рециркуляция: глубину превращения (или глубину крекинга) принято оценивать количеством сырья, превращенного в бензин, газ или кокс. При крекинге в одну ступень (однократный крекинг) глубина превращения равна 45–60 %.

Когда хотят достигнуть более глубокого превращения, т.е. получить из сырья больше бензина, подвергают крекингу не только исходное сырье, но и образующиеся в процессе газойлевые фракции. На большинстве промышленных установок каталитическому крекингу подвергают именно смесь исходного сырья с газойлем каталитического крекинга или иногда отдельно свежее сырье и газойлевые фракции. Таким образом газойль возвращается в систему для использования его в качестве вторичного сырья – рециркулятор.

В зависимости от того, сколько газойля подвергается каталитическому крекингу, глубина крекинга может достигать 80–90 %.

Характерно, что выход жидких углеводородов, включая фракцию C_3-C_4 , увеличивается до глубины крекинга 80 %, а затем снижается. Если же выделить фракцию C_3-C_4 , то сумма получаемых жидких продуктов по мере увеличения глубины крекинга непрерывно снижается, в данном случае до 62,9 объемн. %.

По мере увеличения глубины крекинга выход газойля падает, а при 100 %-ной глубине крекинга становится равным нулю.

Объемная скорость: отношение объема сырья, подаваемого в реактор за 1 ч, к объему катализатора, находящегося в зоне крекинга, называется объемной скоростью. Обычно на одну весовую единицу катализатора, находящегося в зоне крекинга, подается от 0,6 до 2,5 вес. ед. сырья в час.

Кратность циркуляции катализатора: в системах каталитического крекинга с циркулирующим пылевидным или микросферическим катализатором на 1 т поступающего в реактор сырья вводится 7–20 т регенерированного катализатора, а на установках каталитического крекинга, где применяются крупнозернистые катализаторы (частицы диаметром 3–6 мм), – от 2 до 5–7 т в зависимости от конструкции установки. Указанное отношение (7–20 т/т) называют весовой кратностью циркуляции катализатора. Иногда это соотношение выражают в объемных единицах, тогда оно называется объемной кратностью циркуляции катализатора.

Следует различать кратность циркуляции катализатора по свежему сырью и по всей загрузке реактора (свежее сырье плюс рециркулят). В последнем случае при одном и том же количестве катализатора кратность циркуляции будет меньше.

Жесткость крекинга: известно, что снижение объемной скорости также, как и увеличение, кратности циркуляции катализатора, способствует повышению выхода бензина и глубины крекинга. Влияние этих параметров на глубину

крекинга можно выразить отношением кратности циркуляции к объемной скорости. Это отношение называется фактором жесткости крекинга. Фактор жесткости может быть вычислен по свежему сырью реактора и по суммарной загрузке реактора (свежее сырье плюс рециркулирующий газойль).

Количество и качество продуктов каталитического крекинга зависят от характеристики перерабатываемого сырья и катализаторов, а также от режима процесса. На установках каталитического крекинга получают жирный газ, нестабильный бензин, легкий и тяжелый каталитические газойли. Иногда предусмотрен отбор лигроина.

Жирный газ, получаемый на установках каталитического крекинга характеризуется значительным содержанием углеводородов изостроения, особенно изобутана. Это повышает ценность газа, как сырья для дальнейшей переработки. С увеличением количества газа, образующегося при крекинге, необходимо вводить в работу дополнительный компрессор на абсорбционно-газофракционирующей установке во избежание повышения давления на установке каталитического крекинга. С увеличением температуры конца кипения нестабильного бензина приходится изменять режим бутановой колонны, чтобы не снизить глубину отбора бутан-бутиленовой фракции. Сухой газ, получаемый после выделения бутан-бутиленово и пропан-пропиленовой фракций, большей частью используется как энергетическое топливо.

Нестабильный бензин при каталитическом крекинге можно вырабатывать высокооктановый автомобильный бензин или сырье для получения базового авиационного бензина путем каталитической очистки.

При производстве базового авиационного бензина исходным сырьем являются керосиновые и легкие соляровые дистилляты первичной перегонки нефти или их смеси, выкипающие в пределах 240–360 °С. Сначала получают бензин с концом кипения 220–245 °С (так называемый мотобензин). После стабилизации этот бензин поступает на дальнейшую переработку – каталитическую очистку (вторая ступень каталитического крекинга), на которой получают базовый авиационный бензин. Последний, в результате каталитической очистки, содержит, по сравнению с автомобильным бензином, значительно меньше олефинов и больше ароматических углеводородов, что соответственно повышает стабильность и октановое число авиационного бензина.

Базовые авиационные бензины в зависимости от свойств перерабатываемого сырья и условий процесса имеют октановые числа по моторному методу от 82 до 85, а с добавкой этиловой жидкости (3–4 мл на 1 кг бензина) – от 92 до 96.

При производстве автомобильного бензина в качестве исходного сырья, как правило, используются дистилляты, полученные при вакуумной перегонке нефти и выкипающие при 300–550 °С или в несколько более узких пределах.

Получаемые на установках каталитического крекинга автомобильные бензины имеют октановые числа по моторному методу 78–82 (без добавки этиловой жидкости), а по исследовательскому методу 88–94 без этиловой жидкости и 95–99 с добавлением 0,8 мл ТЭС на 1 л.

Процесс каталитического крекинга на сегодняшний день без преувеличения – один из основных в современной нефтепереработке. Технические достижения именно этого процесса продолжают определять экономические показатели нефтеперерабатывающих заводов в целом. Изначально процессу каталитического крекинга подвергали относительно легкое сырье – атмосферный и легкий вакуумный газойли, а в настоящее время все чаще и чаще появляются технологии, направленные на переработку мазутов и более тяжелых остатков. Одновременно с этим, процесс каталитического крекинга из источника высокооктановых компонентов автомобильных бензинов постепенно превращается в источник сырья для нефтехимии и других процессов нефтепереработки.

ВЫВОДЫ

Основным назначением процесса каталитического крекинга является производство высокооктановых бензинов (их выход 50 % и больше), а также газов, содержащих много углеводородов C_3 – C_4 . Из них при дальнейшей переработке также получают высокооктановые компоненты бензинов.

Перспективность процесса определяется основными направлениями химических превращений расщеплением тяжелого сырья и образованием разветвленных углеводородов, которые повышают октановое число бензина.

Главным преимуществом каталитического крекинга перед термическим является большая ценность получаемых продуктов: меньший выход метана, этана и диенов при более высоком выходе углеводородов C_3 и C_4 (особенно изобутана), а также ароматических углеводородов, олефинов с разветвленной цепью и изопарафинов. Антидетонационные свойства бензинов каталитического крекинга значительно выше, чем бензинов термического крекинга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ахметов, С. А.** Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов / С. А. Ахметов. – Уфа : Гилем, 2002. – 672 с.

2 **Мановян, А. К.** Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов / А. К. Мановян. – М. : Химия, 2001. – 568 с.

3 **Танатаров, М. А.** Технологические расчеты установок переработки нефти / М. А. Танатаров, М. Н. Ахметшина, Р. А. Фасхутдинов. – М. : Химия, 1987. – 352 с.

4 **Сарданашвили, А. Г.** Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа / А. Г. Сарданашвили, А. И. Львова. – М. : Химия, 1973. – 272 с.

5 **Эмирджанов, Р. Т.** Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии / Р. Т. Эмирджанов, Р. А. Лемберанский. – М. : Химия, 1989. – 192 с.

6 **Александров, И. А.** Ректификационные и абсорбционные аппараты / И. А. Александров. – М. : Химия, 1979. – 280 с.

7 **Багатуров, С. А.** Основы теории и расчета перегонки и ректификации / С. А. Багатуров. – М. : Химия, 1974. – 440 с.

8 **Кузнецов, А. А.** Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности / А. А. Кузнецов, С. М. Кагерманов, Е. Н. Судаков. – Ленинград : Химия, 1974. – 344 с.

9 **Дытнерский, Ю. А.** Основные процессы и аппараты химической технологии / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 1983. – 272 с.

10 **Ластовкин, Г. А.** Справочник нефтепереработчика / Г. А. Ластовкин, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудин. – Ленинград. : Химия, 1974. – 256 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

D. D. Illichev¹, D. M. Suleimenov², D. T. Tolegenov³, T. B. Tugambaeva⁴

Крекингілеу процесінің тереңдігіне әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу

^{1,2,3,4}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

D. D. Illichev¹, D. M. Suleimenov², D. T. Tolegenov³, T. B. Tugambaeva⁴

The influence of various factors on the depth of the cracking process

^{1,2,3,4}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,

S. Toraihyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Мақалада автор әртүрлі факторлардың технологиялық режимнің параметрлері болып табылатын крекинг процесінің тереңдігіне әсерін қарайды, алынған өнімдердің өнімділігі мен

сапасын айқындайды, өндірістің экономикалық көрсеткіштері және оның экологиялық сипаттамалары болып табылады. Каталитикалық крекинг процесіне әсер ететін негізгі факторлар: крекинг үшін қолданылатын катализатордың қасиеттері; процесінің температурасы; катализатор айналымының жылдамдығы; шикізатты катализатормен байланыстырудың ұзақтығы; шикізаттың сапасы ұсынылған. Процесінің перспективасы ауыр шикізатты ыдырау және химиялық көмірсутектердің қалыптасуы арқылы химиялық түрлендірудің негізгі бағыттары бойынша анықталады, ол бензиннің октан санын көбейтеді. Каталитикалық крекингтің термиялықтан артықшылығы алынған өнімдердің жоғары құндылығы: метан, этан және диеннің аз шығуы C₃ және C₄ көмірсутектерінің, изопарафиндердің жоғары шығуын қамтамасыз етеді.

In the article the author considers the influence of various factors on the depth of the cracking process, which are parameters of the technological regime, determine the yield and quality of the products obtained, are economic indicators of production and its ecological characteristics. The main factors influencing the process of catalytic cracking are presented: the properties of the catalyst used for cracking; process temperature; the catalyst circulation rate; the duration of contact of the raw material with the catalyst; quality of cracked raw materials. Prospectivity of the process is determined by the main directions of chemical transformations by the decomposition of heavy raw materials and the formation of branched hydrocarbons, which increase the octane number of gasoline. The advantage of catalytic cracking over thermal is the high value of the products obtained: a smaller yield of methane, ethane and dienes with a higher yield of C₃ and C₄ hydrocarbons, isoparaffins.

ГРНТИ 61.01

Г. Ж. Исенова

магистрант, Факультет химических технологий и естествознания,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: issenova_g@mail.ru

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО МЕТОДА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ
КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА**

В настоящей статье предложен более оптимальный способ загрузки микросферического катализатора крекинга в реактор для определения активности катализатора в лабораторных условиях на установке МАК-10 в соответствии с АСТМ 3907-03. В ходе проведения экспериментов по определению активности микросферического катализатора было установлено, что катализатор необходимо загружать в реактор вперемешку с кварцевой крошкой с размерами частиц 1 мм в соотношении катализатор:крошка 1:2. При таком способе загрузки была определена активность зарубежного катализатора Grace Nadius-222 производства Германия и отечественного катализатора КМЦР. Активность катализатора определяется по выходу бензина с концом кипения 200 °С, полученного при крекинге. Лабораторный метод определения активности катализатора позволяет получать результаты, аналогичные при эксплуатации катализаторов на промышленной установке.

Ключевые слова: каталитический крекинг; микросферический катализатор, активность катализатора.

ВВЕДЕНИЕ

Для определения каталитической активности катализаторов крекинга используются различные традиционные методы в реакторах с неподвижным слоем катализатора. Использование данных методов не является точным, поскольку с его помощью оценивают поведение катализаторов на установках каталитического крекинга с движущим или кипящим слоем катализатора, при этом принципиальное значение имеет определение объемной скорости через объем катализатора, который используют на установка с неподвижным

слоем, зависимость выхода бензина от степени превращения сырья и соотношение катализатор/сырье.

Рассмотрим метод определения активности по АСТМ 3907 «Стандартный метод испытаний катализаторов флюид-каталитического крекинга (ФКК) посредством теста на микроактивность». Методы испытаний.

По данному стандарту активность катализатора определяется по выходу бензина с концом кипения 200 °С, полученного при крекинге. Загрузку катализатора в реактор осуществляют следующим образом. Взвешивают три равные порции при загрузке в реактор 15 г катализатора. На дно реактора помещают стеклянную вату, поверх которой засыпают кварцевую крошку. Катализатор загружают слоями, между которыми засыпают кварцевую крошку. Катализатор загружают слоями, между которыми засыпают кварцевую крошку в таком количестве, чтобы расстояние между слоями было 15–20 мм. Свободное пространство реактора заполняют кварцевой крошкой и закрывают небольшим количеством стеклянной ваты. Недостатком данного метода является небольшой объем реакционной зоны (15 г), малое время подачи сырья (10 мин), также способ загрузки катализатора. При загрузке катализатора слоями наблюдается неравномерное распределение слоя катализатора, вследствие чего возникают большие погрешности при определении активности. Поэтому имеется смысл в изменении способа загрузки катализаторов и инертных материалов в объеме реактора.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При выполнении экспериментов используется вертикальный проточный реактор, изготовленный из легированной стали и имеющий цилиндрическую форму постоянного сечения (объем реактора 700 см³). Нижний и верхний слой реактора (по 250 см³) загружается инертной насадкой (керамические шарики и кварцевая крошка с размерами частиц 3 мм). Катализатор, объемом 30 см³, загружается вперемешку с кварцевой крошкой с размерами частиц 1 мм (60 см³).

В качестве сырья используется дизельное топливо Евро ($\rho = 0,81$ г/см³). Объемная скорость подачи сырья $W = 4$ ч⁻¹. Температура в реакторе $t = 500$ °С. Время проведения процесса каталитического крекинга составляет $\tau = 50$ мин. При выполнении эксперимента используются следующие микросферические катализаторы: Grace Nadius-222, КМЦП.

Активность катализатора определяется по выходу бензина с концом кипения 200 °С, полученного при крекинге. Активность катализатора Grace Nadius-222 составила 25 %, КМЦП – 21,5 %.

ВЫВОДЫ

В ходе проведения экспериментов по определению активности микросферического катализатора было установлено, что катализатор необходимо загружать в реактор попеременно с кварцевой крошкой с размерами частиц 1 мм в соотношении катализатор : крошка 1:2.

При данном способе загрузки реактора наблюдается более равномерное распределение объема катализатора по длине реактора, вследствие чего будет меньше погрешность при определении активности, а также наблюдается более высокая объемная скорость подачи сырья. При таком способе загрузки лабораторный метод определения активности катализатора позволяет получать результаты, аналогичные при эксплуатации катализаторов на промышленной установке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Хаджиев, С. Н.** Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах / С. Н. Хаджиев, Ю. П. Суворов, В. Р. Зиновьев. – М. : Химия, 1982.

2 **Елшин, А. И.** Разработка и внедрение современной технологии каталитического крекинга на установке ГК-3 // Нефтепереработка и нефтехимия / А. И. Елшин, Б. З. Соляр, Л. Ш. Глазов. – 2005. – № 6.

3 **Сафин, З. И.** Комплексная оценка нефтеперерабатывающих заводов и заводов по переработке тяжелых нефтей и природных битумов / З. И. Сафин, А. Ф. Кемалов, Н. А. Терентьева // Вестник Казан. – 2011. – № 9.

4 New FCC Catalyst // Hydrocarbon Processing. – 2006. – № 3.

5 **Козин, В. Г.** Современные технологии производства компонентов моторных топлив: учебное пособие / В. Г. Козин, Н. Л. Солодова, Н. Ю. Башкирцева. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009.

5 ASTM 3907 «Стандартный метод испытаний катализаторов флюид-каталитического крекинга (ФКК) посредством теста на микроактивность». Методы испытаний.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

Г. Ж. Исенова

Каталитикалық ластану катализдерінің белсенділігін анықтауға арналған лабораторлы әдісті оңтайландыру

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

G. Z. Issenova

Optimization of the laboratory method for determining the activity of catalytic cracking catalysts

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 23.02.18.

Осы мақалада ASTM 3907–03 сәйкес МАК–10 қондырғысында зертханада катализаторлық қызметті анықтау үшін реакторға микроскопидальды крекинг катализаторын зарядтаудың оңтайлы әдісі ұсынылған. Микроскопиялық катализатордың белсенділігін анықтау үшін эксперименттер барысында катализатор катализатордың қатынасында 1 мм бөлшектердің мөлшері бар кварц чиптерімен араласқан реакторға жүктелуі тиіс екендігі анықталды: 1:2. Бұл жүктеме әдісімен Германиядан келген Grace Nadius–222 шетелдік катализаторы және КМСР ішкі катализаторының қызметі анықталды. Катализатордың қызметі крекинг кезінде алынған 200 °С қайнау температурасы бар бензиннің шығуымен анықталады. Катализатордың қызметін анықтаудың лабораторлы әдісі өнеркәсіптік зауытта катализаторлардың жұмысына ұқсас нәтижелер алуға мүмкіндік береді.

In the present article, a more optimal method of charging a microspheroidal cracking catalyst to a reactor for determining the catalyst activity in a laboratory at an МАК–10 facility in accordance with ASTM 3907–03 is proposed. During the experiments to determine the activity of the microspherical catalyst, it was found that the catalyst must be loaded into the reactor mixed with quartz chips with particle sizes of 1 mm in the ratio of catalyst: crumb 1:2. With this loading method, the activity of the foreign catalyst Grace Nadius–222 from Germany and the domestic catalyst КМСР was determined. The activity of the catalyst is determined by the yield of gasoline with a boiling point of 200 °C obtained during cracking. A laboratory method for determining the activity of a catalyst allows one to obtain results similar to the operation of catalysts in an industrial plant.

**А. А. Қадірбаева¹, Ж. К. Джанмулдаева², Н. С. Альжанова³,
С. Р. Ермаков⁴**

¹т.ғ.к., доцент, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы;

²т.ғ.к., профессор, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы;

³магистрант, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы;

⁴докторант, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы
e-mail: 4sajat_78@mail.ru

**СОРБЦИОНДЫ ӘДІСПЕН ЭКСТРАКЦИЯЛЫҚ ФОСФОР
ҚЫШҚЫЛЫН ТАЗАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ**

Мақалада экстракциялық фосфор қышқылын сорбционды әдісті пайдаланып тазалау жолдары туралы мәліметтер келтірілген. Қазіргі уақытта өнеркәсіпте таза фосфат өнімдерін алу үшін тұтынылған ТФҚ үлесін азайту үрдісі байқалды және тазартылған ЭФҚ пайдалану дәрежесі осы өнімдерді өндіруде өсті. Алайда, таза өнімдер өндіру үшін ЭФҚ құрамын тазарту мәселесі туындайды. Сондықтан оларды тазалау жолдары қарастырылды. Есептеу нәтижесі бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізіліп, нәтижелері мақалада келтірілген.

Кілтті сөздер: термиялық фосфор қышқылы, экстракциялық фосфор қышқылы, фтор, реактивті фосфаттар.

КІРІСПЕ

Фосфор қышқылының өнекәсіптік және шаруашылық маңызы жоғары. Ол өсімдік тамақтанудың маңызды компоненттерінің бірі (метаболизмде үлкен рөл атқарады), жануарларда (жемдік фосфаттар). Фосфор қышқылын тамақ (ашытқы өндірісі), химиялық және ауылшаруашылық (тыңайтқыш), медициналық (химиялық-фармацевтикалық препараттар) және басқа салаларда

қолданылады. Фосфор қышқылының түрлі тұздары көптеген салаларда кеңінен қолданылады: құрылыста, әр түрлі инженерлік, коммуналдық және күнделікті өмірде радиациядан қорғау, суды жұмсарту, қазандық қақатарымен күресуде және әртүрлі жуу құралдарын өндіруде [1]. Сонымен қатар, фосфор қышқылын көмірсутектерді дигидраттау, алкилдеу және полимерлеу үрдістерінде катализатор ретінде қызмет етеді.

Алу әдістеріне байланысты фосфор қышқылын екі типке бөледі, экстракциялық әдіспен алатын – экстракциялық фосфор қышқылы (ЭФҚ) және термиялық фосфор қышқылы (ТФҚ) – сейкесінше термиялық жолмен алынады [2]. Оларды қышқылдың тазалық дәрежесі бойынша сапасына қойылатын талаптарға байланысты қолданады. Тазасы термиялық фосфор қышқылы (ТФҚ). Алайда, соңғы жылдары Қазақстанда да, шет елдерде де таза (азық-түлік) фосфат өнімдерін алу үшін тұтынылған ТФҚ үлесін азайту үрдісі байқалды және тазартылған ЭФҚ пайдалану дәрежесі осы өнімдерді өндіруде өсті.

Статистикалық деректерді талдаулар көрсеткендей, өткен ғасырдың 80-жылдарынан бастап экстракциялық фосфор қышқылын тазарту арқылы алынған фосфор қышқылының жоғары маркалы білікті брендтерін өндіру үрдісі жоғарлағаны байқалды.

ЭФҚ-ын терең тазарту әдісі әлемдік өндірушілердің фосфор қышқылын алудың термиялық әдісіне балама ретінде қарастырады. Тазартылған ЭФҚ-мен салыстырғанда ТФҚ өзіндік құны шамамен үш есе жоғары, себебі оны өндіруге 3–4 есе көп жылу және орта есеппен 13–14 есе көп электр энергиясы шығындалады.

Сондықтан Батыс Еуропада және Құрама Штаттарда техникалық және азық-түлік фосфаттарының көбі тазартылған экстракциялық қышқыл негізінде жасалады, ал термиялық фосфат өндірісі төмендейді [4].

Саны мен аралық қатынастары фосфат шикізатының сапасы мен оны өндіру әдісіне байланысты анықталатын ЭФҚ құрамында қоспалар бар. ЭФҚ құрамындағы қоспалардың жалпы мөлшері 7 % дейін. Ондағы негізгі қоспалар – фторлы иондар, сульфат иондары, темір, алюминий, кальций катиондары. Фторидтік қосылыстар фосфор қышқылында гидрофторлы, кремний фторлы қышқылында және олардың фосфор қышқылымен, алюминиймен, темірмен күрделі қосылыстар түрінде кездеседі.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Фосфор қышқылының және оның тұздарының жоғары тазалық сорттарын алу маңызды мәселе. Қымбат термиялық қышқылдан алынатын тағамдық маркалы фосфор қышқылының қымбатшылығы салыстырмалы түрде арзан ЭФҚ тазалаудың белгілі әдістерімен фосфор қышқылдарының таза маркаларын

алу жолдарын табу жолдарын қарастыруды қажет етеді. Қазіргі уақытта қазақстандық нарықта жуғыш, жемдік, тағамдық және реактивті фосфаттар сияқты маңызды өнімдерді алатын ТФҚ өндірісі жоқ.

Бұл, ең алдымен, ЭФҚ-дың бағасы ТФҚ-ның құнынан 4-5 есе төмен және ол сапасына және тазалау дәрежесіне байланысты P2O5 үшін тоннасына 100–150 \$ АҚШ доллары аспайды. Фосфат өнімдері ЭФҚ-ның әртүрлі деңгейлерін тазартуды талап етеді және ол олардың құны тиісінше әсер етеді.

Осыған байланысты, ЭФҚ тазарту әдістерін біріктіретін комбинирленген әдістерін құрастыру өте маңызды болып табылады, мысалы, интенсивті жылу алмасуы кезінде газ тәрізді сұйықтықтармен ұшатын компоненттерді соғу, әртүрлі тұндырғыштармен қышқылдан қоспаларды тұндыру, қатты жұтқыштарда қоспалар компоненттерін адсорбциялау.

Осылайша, фосфор қышқылы өндірісінің қазіргі дамуы елеулі технологиялық өзгерістерге ұшырағанын қорытынды жасауға болады. Термиялық фосфор қышқылының (ТФҚ) өндірісі қымбат болып табылады және өндіріс көлемі азаяды, ал орнына арзан тазартылған ЭФҚ алынатын жоғары маркалы (тамақ және реактивті қышқыл) технологиясы қолданылады.

Бастапқы экстракциялық фосфор қышқылының термиялық фосфор қышқылынан айырмашылығы, тазартусыз бірқатар өнімдердің (минералды тыңайтқыштар, техникалық тұздар өндірісі) өндірісі үшін ғана пайдаланылуы мүмкін.

Сондықтан, ЭФҚ тазалау технологиясын дамыту бүгінгі күні өте өзекті, экономикалық жағынан мүмкін және ЭФҚ өндірісінің үздіксіз өсуіне байланысты сұранысқа ие.

Фтор мен басқа қоспалардан (Al, Fe, SO₃) экстракциялық фосфор қышқылын тазартудың перспективті және арзан әдісінің бірі сорбциялық әдіс болып табылады, ол екікальций силикаты мен натрий сульфидінен тұратын бейорганикалық сорбенттерді экстракция фосфор қышқылы құрамына енгізуді қамтиды. 1-кестеде Зерттеулер жүргізілген экстракциялық фосфор қышқылының химиялық құрамы (массасы %) келтірілген.

Кесте 1 – Экстракциялық фосфор қышқылының химиялық құрамы (масс. %)

P ₂ O ₅	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	F	SO ₃	MnO
24,2	1,15	0,24	0,25	0,22	0,62	0,51	0,15

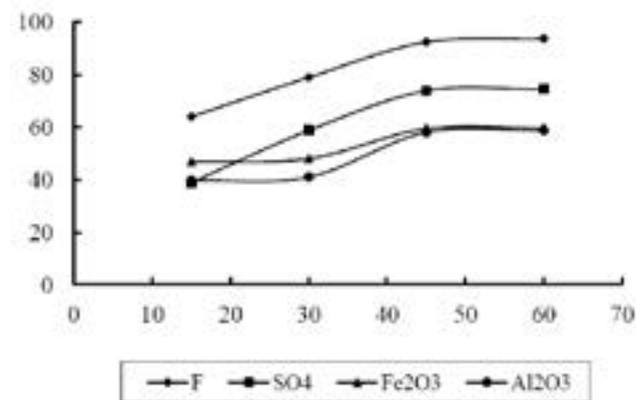
Экстракциялық фосфор қышқылын екікальций силикаты мен натрий сульфидінен тұратын реагентпен өндейді. Реагенттердің саны реакциялық компоненттердің стехиометриялық коэффициентіне асып кету есебінен есептелді. Үрдістердің аяқталуы сұйық және қатты фазалардың құрамы

бойынша, кальций, сульфат, фтор, алюминий және темір құрамына, сондай-ақ араластыруға арналған уақыттың реагенттермен өзара әрекеттесу толықтығына әсерін анықтау үшін алдын-ала эксперименттер негізінде талданады. Сұйық фаза сүзгілеу арқылы бөлінді. Тұнба сумен жуылады және кептіруден кейін элементтер мазмұндары бойынша талданды.

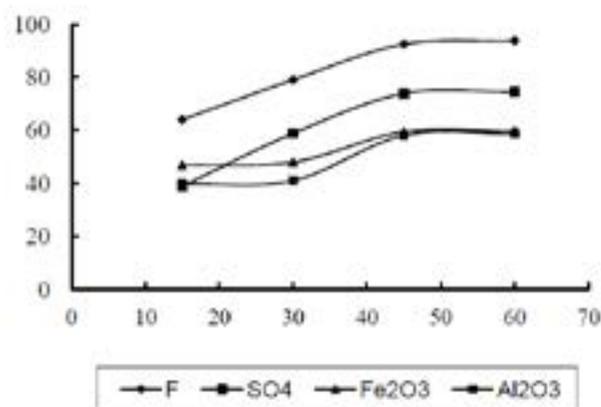
Осы жағдайларда қышқылдан фторды тазарту дәрежесі 93 %, сульфат иондарынан 72 %, ал алюминий мен темір 60 % дейін жетеді. Эксперимент нәтижелері 2-кестеде және 1 және 2-суретте көрсетілген.

Кесте 2 – Қоспаларды тазалау дәрежесінің уақыт пен температураға тәуелділігі

№	Өңдеу уақыты, мин	Температура, °C	Реагентті қосу мөлшері, %	Ca ₂ SiO ₄ : NaS ара қатынасы	Тазалау дәрежесі, %			
					F	SO ₄	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1	15	80	200	1 : 0,5	64	38,9	46,8	39,7
2	30				79	58,8	48	41,0
3	45				92,5	73,9	59,4	58,2
4	60				93,8	74,5	59,9	58,7
5	15	90			64,6	37,8	45,9	37,8
6	30				78,9	57,8	48,7	41,5
7	45				91,8	73,2	59,4	58,2
8	60				92,5	74,3	59,7	58,7



Ордината осі – тазалау дәрежесі, % абсисса осі – өңдеу уақыты, мин
Сурет 1 – 80 °C температура кезіндегі тазалау дәрежесінің уақытқа тәуелділігі



Ордината осі – тазалау дәрежесі, % абсисса осі – өңдеу уақыты, мин
Сурет 2 – 90 °С температура кезіндегі тазалау дәрежесінің уақытқа тәуелділігі

1–2-суреттер температура мен реагенттерді қосу мөлшерінің артуы қышқылдардан қоспаларды тазарту деңгейінің жоғарылауын көрсеттіп тұр. Кестеден көріп отырғанымыздай, өңдеу уақытының 45 минутқа дейін жоғарылауы тазарту дәрежесін көтереді және уақыттың одан әрі жоғарлату тазалау деңгейін өзгертпейді. Тазартылған экстракция фосфор қышқылын техникалық және жемдік фосфаттар, сондай-ақ синтетикалық жуғыш заттар алудағы натрийдің үшкөпфосфаттары өндірістерінде қолданады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеулердің нәтижелері бойынша экстракциялық фосфор қышқылын сорбционды әдістермен тазалауға болатындығы дәлелденді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Копылев, Б. А.** Технология экстракционной фосфорной кислоты. – Л. : Химия, 1984.

2 **Кадирбаева, А. А.** Разработка технологии очистки экстракционной фосфорной кислоты от примесей с извлечением концентратов редкоземельных элементов / канд. дисс. – Шымкент, 2006.

3 Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С. Д. Эвенчика и А. А. Бродского. – Л. : Химия, 1987.

4 Пред. патент 16636 KZ. Способ очистки экстракционной фосфорной кислоты // Кадирбаева А. А., Молдабеков Ш. М., Жантасов К. Т., Алтеев Т.; опубл. 15.12.2005, бюл. № 12.-2с:ил.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

А. А. Кадирбаева¹, Ж. К. Джанмулдаева², Н. С. Альжанова³, С. Р. Ермеков⁴
Исследование технологии очистки экстракционной фосфорной кислоты сорбционным методом

^{1,2,3,4}Высшая школа химической инженерии и биотехнологии,
Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова,
г. Шымкент, 160012, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 23.02.18.

A. A. Kadirbayeva¹, Zh. K. Dzhanmuldaeva², N. S. Alzhanova³, S. R. Yermekov⁴
Investigating the technology of phosphoric acid extraction treatment by sorption method

^{1,2,3,4}Higher School of Chemical Engineering and Biotechnology,
M. Auezov South Kazakhstan state university,
Shymkent, 160012, Republic of Kazakhstan.
Material received on 23.02.18.

В статье приведена информация о том, как очистить экстракцию фосфорной кислотой с помощью сорбционным методом. В настоящее время наблюдается тенденция к сокращению доли потребляемого в промышленности ТФК для производства чистых фосфатных продуктов, а доля очищенного ЭФК в этих производстве увеличивается. Однако есть проблема очистки ЭФК для производства чистых продуктов. Поэтому рассматриваются способы их очистки. Полученные результаты основаны на результатах экспериментальных исследований.

The article contains information on how to purify extraction with phosphoric acid by sorption method. Currently, there is a trend to reduce the consumed share in the industry of TPA for the production of pure phosphate products, and the share of purified EPC in these industries is increasing. However, there is the problem of purifying EFC for the production of pure products. Therefore, methods for their purification are considered. The results obtained are based on the results of experimental studies.

А. А. Қадірбаева¹, Ж. К. Джанмулдаева², Т. М. Искакова³

¹т.ғ.к., доцент, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы;

²т.ғ.к., профессор, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы;

³магистрант, Химиялық инженерия және биотехнология жоғары мектебі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., 160012, Қазақстан Республикасы
e-mail: diac_2003@mail.ru

МИРАБИЛИТТИ НАТРИЙ СУЛЬФАТЫНА ӨНДЕУ ЖОЛДАРЫ

Қазақстанда Арал теңізінің тұзды шөгінділерінде табылған натрий сульфатының (мирабилит, онардит, астраханит) қорлары бар: Жақсықылыш пен Құлунда кен орындары. Жақсықылыш кен орнының натрий сульфатының негізгі шикізат көздерінің бірі болып табылады, оның құрамында басқа тұздардың қоспалары аз мөлшерде кездеседі. Бұл сусыз натрий сульфатын мирабилиттен алуға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте өндірілген барлық натрий сульфатының жартысынан көбі табиғи болып табылады.

Мақалада натрий сульфаты өндірісінің даму тенденциясы, қолданылуы, қасиеті туралы мәліметтер келтірілген. Қазіргі уақытта өнеркәсіпте қолданылатын барлық натрий сульфатының жартысынан көбі табиғи болып табылады. Сондықтан оларды өңдеу жолдары қарастырылып, табиғи мирабилиттен тенардит алудың теориялық есептеулері жүргізілді. Теориялық есептеуде $Na_2SO_4 - NaCl - H_2O$ ерігіштік диаграммасы пайдаланылған. Есептеу нәтижесі бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізілген.

Кілтті сөздер: мирабилит, тенардит, натрий сульфаты, ерігіштік диаграмма.

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасының экономикалық дамуының негізгі бағыттарының бірі табиғи ресурстарды игеру, оларды кешенді пайдалану

және жергілікті шикізат негізінде импорт алмастыратын бәсекеге қабілетті өнімдерді жасау болып табылады [1].

Химия өнеркәсібінде натрий сульфаты натрий сульфиді, ультрамаринді, натрий силикатын және т.б. өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Күкірт қышқылы, күкірт, кальций және каустикалық сода, аммоний сульфаты және басқа да өнімдер үшін натрий сульфатын өңдеу әдістері әзірленді. Дегенмен, өнеркәсіпте бұл әдістер әлі қолданылмайды, өйткені шикізаттың басқа түрлерінен өнімдерді алу экономикалық тұрғыдан тиімді.

Натрий сульфаты химиялық өнімдерге жатады, олардың қажеттілігі үнемі өсіп келеді. Натрий сульфатының негізгі тұтынушылары – химиялық, тоқыма, былғары, целлюлоза, қағаз және шыны өнеркәсібі. Ол натрий сульфаты, натрий силикаты, синтетикалық жуғыш заттар, түсті және қара металлургияда кеңінен қолданылады.

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте өндірілген барлық натрий сульфатының жартысынан көбі табиғи болып табылады. Натрий сульфатының негізгі кен орындары Қытай, Мексика, АҚШ, Канада, Испания, Түркия, Ресей және Түрікменстанда орналасқан.

Бүгінгі күні әлемдегі табиғи көздерден жылына шамамен 4 млн. тонна Na_2SO_4 өндіріледі. Синтетикалық өнімді ескере отырып, әлемдік өндіріс жылына 7 млн. тоннаға жетеді. Натрий сульфатының әлемдегі ең ірі өндірушісі және жеткізушісі – Қытай. 2008 жылы Қытай сыртқы нарыққа 2,6 млн. тоннадан астам Na_2SO_4 жіберді. Жуғыш заттар өндірісінде натрий сульфатына деген сұраныс үлкен. Бұл сектор осы өнімді әлемдік тұтынудың 42 % құрайды.

Қазақстанда Арал теңізінің тұзды шөгінділерінде табылған натрий сульфатының (мирабилит, тенардит, астраханит) қорлары бар: Жақсықылыш пен Құлынды кен орындары. Жақсықылыш кен орнының құрамында натрий сульфатының негізгі шикізат көздерінің бірі болып табылады, ол құрамында қоспалар аз болады [2].

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Натрий сульфаты (Na_2SO_4) табиғи түрде көптеген минералдарда кездеседі: тенардит Na_2SO_4 , мирабилит $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, астраханит $Na_2SO_4 - MgSO_4 \cdot 4H_2O$, глауберит $Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$, глазарит $Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4$, беркеит $2Na_2SO_4 \cdot Na_2CO_3$ және т.б.

Қазақстан және Құлынды сульфатты көлдерінде күзгі-қысқы айларда миллиондаған тонна мирабилиттің кристалдары пайда болады және олар толқын әсерінен жағаға шығарылады. Егер барлық мирабилитке жазда қайтадан еруі мүмкін жағдайлар жасалса, онда шөгінділердің

жинақталуы «шыны» мирабилитінің қайта кристалданған қабатының пайда болуымен – тегіс беткейі мен шағын кеуектілігі бар тығыз қабаттар пайда болады. Көлдердің кебуі нәтижесінен құмдармен немесе аралық шөгінді шөгінділермен цементтелген мирабилиттің түзілген кенорындары кездеседі.

Дегенмен, осы шикізат көздерінен натрий сульфатын өнеркәсіптік көлемде өндіру әлі де игерілмеген.

Әлемде өндірілетін натрий сульфатының негізгі массасы екі сатылы технологиялық саты бойынша бірінші сатыда мирабилитті бөлу және оны екінші сатыда әртүрлі термиялық әдіспен қайта өңдеу арқылы алады. Сонда мирабилиттің инконгурэнтті балқуы, ерітіндінің булануы, сонымен қатар қайнау қабатты пеште сусыздандыру арқылы кептіру жүреді.

Жақсықыш кен орнының табиғи қасиеттерінің химиялық құрамының ерекшелігі – галит, гипс және эпсомит қоспаларының тұздарының орташа мөлшерінің аздығы. Бұл сусыз натрий сульфатын мирабилиттің аралық бөліп алушыз ақ алуға мүмкіндік береді.

Қазақстан натрий сульфатын өзі өндіргендіктен, оны шетелден сатып алады. Республикада натрий сульфатына деген сұранысы жылдан жылға артуда.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, Қазақстандағы шикізаттың жергілікті көздеріне негізделген натрий сульфаты өндірісінің технологиясын жасау өте маңызды, оның іске асырылуы натрий сульфаты жетіспеушілігінің мәселесін шешеді және республиканың экспорттық әлеуетін арттырады.

Жақсықылыш кен орнының табиғи мирабилиті құрамында шамамен 50–90,7 % мирабилит, 2–4 % гипс, эпсомит 2–2,5 %, галит 0,5–0,8 % дейін минералдар кездеседі. Суда ерімейтін қалдықтың мөлшері 5–7 % құрайды.

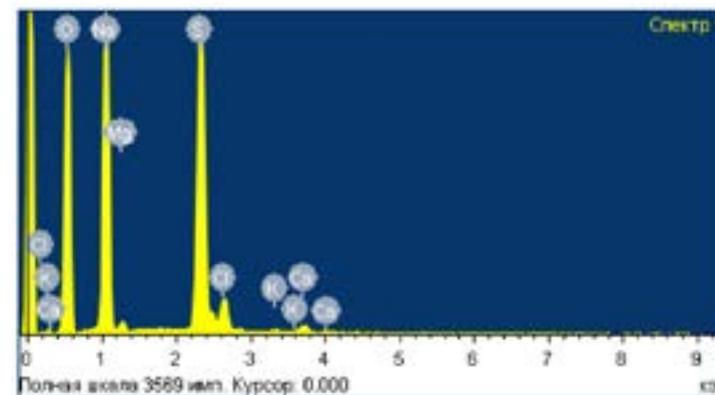
Жақсықылыш кен орынының натрий сульфатына JSM6490 LV – растрлы JEОI электронды микроскоппен және химиялық талдау жасау арқылы химиялық құрамы анықталынды. Оның химиялық құрамы 1,2-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Натрий сульфатының химиялық құрамы, %

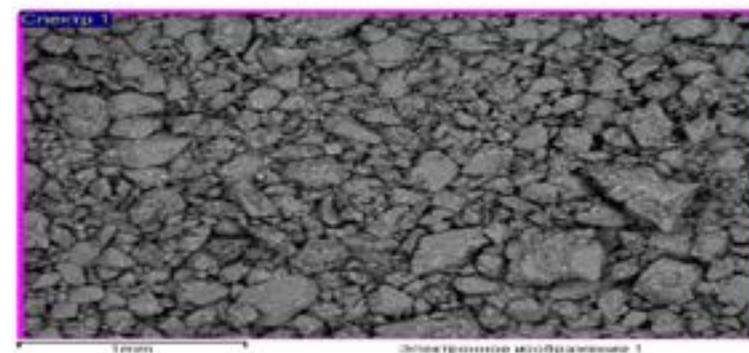
№	ылғал	Сульфат (SO ₄)	CaO	MgO	Cl-	Na ₂ SO ₄
1 үлгі	52,1	35,8	2,5	0,73	0,43	42,28
2 үлгі	52,89	44,9	1,06	0,21	0,77	50,2

Кесте 2 – JSM6490 LV – растрлы JEОI электронды микроскоппен зерттегендегі натрий сульфатының құрамы

1 үлгі	O	Na	Mg	S	Cl	K	Ca
Салмақтық, %	44,97	29,84	1,04	20,33	3,08	0,11	0,63
Атомдық, %	57,47	26,53	0,88	12,96	1,78	0,06	0,32
2 үлгі							
Салмақтық, %	44,47	30,83	0,51	21,01	2,11	0,08	0,99
Атомдық, %	56,92	27,46	0,43	13,42	1,22	0,04	0,51

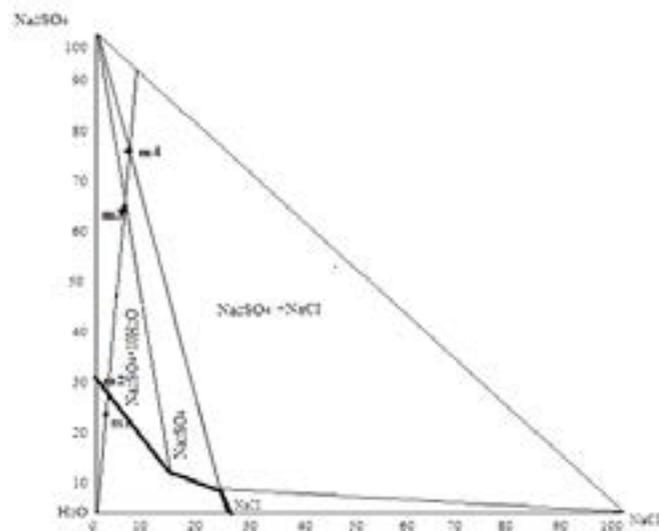


Сурет 1 – JSM6490 LV – растрлы JEОI электронды микроскоппен қарағандағы элементтердің орналасу реті



Сурет 2 – JSM6490 LV – растрлы JEОI электронды микроскоппен 40 рет үлкейткенде алынған микроструктурасы

Табиғи мирабилит жақсы сапалық және сандық сипаттамаларына байланысты тұзды ерітуді, ерімейтін қалдықты бөлуді, алынған ерітіндінің тазаруын және булануды қамтамасыз ететін схемаға сәйкес. Жақсықылыш кенорнының мирабилитінен тауарлық натрий сульфатын алу ұсынылады. Ол үшін алдымен табиғи мирабилиттен тенардитті бөліп алудың теориялық есебі жүргізілді. Есептеуге 50 °C температурадағы $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$ ерігіштік диаграммасы пайдаланылды. Себебі 25 °C-та ерітіндіні буландыру қиынға соқтырады. Ал, 75 °C температурадағы ерігіштік диаграмма бойынша тұздың тұнбаға түсуіндегі айырмашылық аз. Сондықтан энергия шығынын арттырмау үшін 50 °C температура таңдалынды. 50 °C температурадағы $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$ ерігіштік диаграммасы 3-суретте келтірілген.



Сурет 3 – $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$ жүйесінің 50 °C ерігіштік изотермиясы

Ерігіштік диаграмма бойынша 25 % натрий сульфатынан тұратын қанықпаған ерітінді (m1) дайындалды. Дайындалған ерітіндіден таза натрий сульфатын бөліп алу үшін алдымен мирабилитті содан соң тенардитті тұнбаға түсіру қажет. Ол үшін 0 ден m1 арқылы сызық жүргіземіз. Сонда m2, m3 және m4 нүктелері пайда болады. Осы сызық бойынша Рычаг ережесін пайдалана отырып, бұға айналатын судың мөлшерін анықтап алуға болады.

Теория жүзінде m2 ден m3 аралығында мирабилит, ал m3 ден m4 аралығында тенардит, m4 ары қарай қос тұздың тұнбаға түсетіні анықталынды.

Іс-жүзінде $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$ жүйесінің 50 °C ерігіштік изотермиясы арқылы буланатын судың мөлшері табылған соң тәжірибе жасалынды. Сұйық фаза құрамының өзгеруі тұрақты температурада (50 °C) жүзеге асты. 25 % натрий сульфатынан тұратын қанықпаған ерітінді (m1) дайындалды. Ерітінді ерімейтін қоспалардан сүзу арқылы тазаланды. Ерітінді 50 °C температурада 60 % су буланғанша буландырылды. Пайда болған қоймалжың вакуум-сүзгіде мирабилит тұзынан сүзіледі. Қалған ерітінді 5 % су буланғанша буландырылады. Осы кезде тұнбаға тенардит түседі. Оны ерітіндіден сүзу немесе центрифуга көмегімен бөліп алуға болады. Алған ерітіндіні ары қарай буландырғанда натрий сульфаты мен натрий хлоридінің қоспасы түзіледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Теориялық есептеулердің нәтижелері бойынша натрий сульфатын мирабилиттен екі сатылы буландыру арқылы бөліп алуға болатындығы дәлелденді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 Каримов, И. А. «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры его преодоления в условиях Узбекистана». – Ташкент, 2009. – 46 с.
- 2 Мирзакулов, Х. Ч., Джураева, Г. Х. Производство сульфата натрия. – Ташкент, 2014. – 224 с.
- 3 Патент РУз № IAP 04470. Способ получения сульфата натрия. С. М. Туробжонов, Х. Ч. Мирзакулов, Д. Д. Асомов, Г. Х. Жураева, С. В. Бардин и др. Оpubл. бюл. № 2, 2012.
- 4 Жужиков, В. А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия. 1971. – 440 с.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

А. А. Кадирбаева¹, Ж. К. Джанмулдаева², Т. М. Исакова³

Способ переработки мирабилита на сульфат натрия

^{1,2,3}Высшая школа химической инженерии и биотехнологии,
Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова,
г. Шымкент, 160012, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 23.02.18.

A. A. Kadirbayeva¹, Zh. K. Dzhanmuldayeva², T. M. Iskakova³

Sodium sulphate production from mirabilite

^{1,2,3}Higher School of Chemical Engineering and Biotechnology,

M. Auezov South Kazakhstan State University,

Shymkent, 160012, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Казахстан располагает запасами сульфата натрия (мирабилита, тенардита, астраханита), обнаруженными в соляных отложениях Приаралья: месторождения Жаксыкылыш и Кулунды. Жаксыкылышское месторождение мирабилита является одним из основных сырьевых источников сульфата натрия, характеризующееся минимальным содержанием примесных солей. Это позволяет получить из него безводный сульфат натрия без промежуточного выделения мирабилита.

В настоящее время более половины всего вырабатываемого в промышленности сульфата натрия представляет собой продукт природного происхождения.

В статье представлена информация о тенденциях развитие производства, использовании и свойствах сульфата натрия. Поэтому были рассмотрены методы их получения, а также проведены теоретические расчеты получения тенардита из мирабилита. В теоретических расчетах использовалась диаграмма растворимости системы $Na_2SO_4 - NaCl - H_2O$.

Kazakhstan has sodium sulphate reserves (mirabilite, tenardite, bloedite) found out in salt sediments of the Aral region: Zhaksykylysh and Kulundy deposits. The Zhaksykylysh mirabilite deposit is one of the basic raw sources of sodium sulphate characterised by minimum content of impurity salts. It allows us to use it for obtaining a waterless sodium sulphate without intermediate separation of mirabilite.

Now more than 50 % of all the sodium sulphate produced by the industry is a product of natural origin.

The given article contains information about progress trends of sodium sulphate manufacture, its application and properties, considers methods of sodium sulphate production and also theoretical calculations of obtaining tenardite out of mirabilite. The calculations have been made using a solubility diagramme of a $Na_2SO_4 - NaCl - H_2O$ system.

ГРНТИ 31.21.01

A. K. Рахимбердинова

магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: assel835@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ И КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ОКИСЛЕНИИ ОЛЕФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

В данной статье раскрывается тема применения окислителей и палладиевого катализатора при окислении олефиновых углеводородов. Окисление олефиновых соединений на палладиевых катализаторах остается малоизученным, хотя систематическое исследование характера окислительных превращений этого большого и важного класса органических соединений очень актуально и представляет интерес для получения ценных продуктов окисления. Также проводится анализ основных окислителей применяемых при окислении олефиновых углеводородов. Задача создания современных катализаторов на основе палладия и экономически эффективной технологии их получения весьма актуальна. Существует много проблем, относящихся к промышленному катализу, которые требуют решения, например, разработка новых носителей для таких катализаторов, оптимизация технологических параметров ведения процессов, поиск новых областей использования палладиевых катализаторов.

Ключевые слова: окисление, олефиновые углеводороды, окислительно-восстановительные реакции, электрон, низшие олефины.

ВВЕДЕНИЕ

Окислительная переработка углеводородов издавна привлекала внимание, как одно из главных направлений органического синтеза. Большая ценность соединений, получаемых окислением (спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их ангидридов, оксидов, нитрилов и др.) и являющихся промежуточными продуктами органического синтеза, растворителями, мономерами, исходными веществами для производства полимерных материалов, пластификаторов и т.д.

В настоящее время число промышленных процессов, основанных на каталитическом окислении углеводородов, непрерывно увеличивается. Этому

способствует богатство природного сырья – нефть и продукты ее переработки, уголь и др.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Одной из проблем окисления то, что судя по анализам продуктов реакции, почти на всех катализаторах происходят разные превращения углеводородов, и задача катализатора сводится к направлению процесса по заданному пути. Если будет с достаточной полнотой разработана теория окислительных превращений углеводородов и будет ясна природа активной каталитической поверхности, откроется возможность новых процессов получения различных кислородсодержащих полупродуктов. Без изучения элементарных стадий, выявления общих закономерностей, установления определяющих стадий невозможно создать теорию каталитического окисления углеводородов.

Таким образом, успешное развитие гетерогенного окисления углеводородов обусловлено дальнейшей разработкой теории процесса, выявлением природы элементарных актов, установлением природы активной поверхности окислительных контактов. Решение этих проблем позволит наиболее рационально подобрать

Гетерогенный катализ находит широкое применение в химической промышленности. Большая часть продукции, вырабатываемой в настоящее время промышленностью, получается именно с помощью гетерогенного катализа. При гетерогенном катализе реакция протекает на поверхности катализатора. Отсюда следует, что активность катализатора зависит от величины и свойств его поверхности. Для того чтобы иметь большую («развитую») поверхность, катализатор должен обладать пористой структурой или находиться в сильно раздробленном (высокодисперсном) состоянии. При практическом применении катализатор обычно наносят на носитель, имеющий пористую структуру (пемза, асбест и др.).

Как и в случае гомогенного катализа, при гетерогенном катализе реакция протекает через активные промежуточные соединения. Но здесь эти соединения представляют собой поверхностные соединения катализатора с реагирующими веществами. Проходя через ряд стадий, в которых участвуют эти промежуточные соединения, реакция заканчивается образованием конечных продуктов, а расход катализатора минимизируется.

Каталитическое действие поверхности сводится к двум факторам: увеличение концентрации на границе раздела и активирование адсорбированных молекул.

Окисление углеводородов может проводиться как в газовой, так и жидкостной среде, это зависит от сырья, катализатора и мощности производства.

Большое значение процессов окисления в органическом и неорганическом синтезе обусловлено двумя причинами:

1 Многообразие реакций окисления, что позволяет использовать различные исходные вещества и получать широкий ассортимент ценных продуктов: органические спирты, альдегиды, кислоты, ангидриды, полимеры, лекарственные средства и другие.

2 Доступность и низкая стоимость большинства окислителей, среди которых главное место занимает кислород воздуха – O_2 .

В окислительно-восстановительных реакциях окислителями являются соединения, обладающие большим сродством к электрону (электрофилы), а восстановителями – соединения, имеющие склонность к отдаче электронов (нуклеофилы). Легкость окисления соединения возрастает вместе с ростом его нуклеофильности.

При окислении органических соединений, как правило, полной передачи электронов и соответственно изменения валентности атомов углерода не происходит. Поэтому понятие степени окисления – условного заряда атома в молекуле, вычисленного, исходя из предположения, что молекула состоит только из ионов – носит лишь условный, формальный характер.

Основные окислители в органическом синтезе:

1 O_2 в нескольких видах применения:

– O_2 воздуха (очень разбавленный), используется в низкочувствительных процессах в которых присутствуют N и CO_2 и они не мешают процессу, если необходимо повысить скорость реакции, то повышают температуру или давление реакции;

– Воздушно-азотная смесь (O_2 5 %) применяют для мягкого окисления;

– Технический O_2 (O_2 99 %) используют как сильный окислитель;

– Технологический O_2 с концентрацией 90 %–98 %;

– Озон O_3 – очень сильный окислительный агент, применяется для получения альдегидов и кетонов.

2 Азотная кислота или оксид N – широко применяется в реакциях деструктивного окисления нафтен и олефинов, так как больший выход, чем при окислении кислородом воздуха.

3 Перекись – из-за химической нестабильности используется только в тех процессах, где применение других окислителей приводит к низкому выходу целевого продукта.

Одним из не менее важным влиянием обладающим на процесс окисления олефинов являются – катализаторы. Среди таких катализаторов можно выделить – палладий. Палладий относится к числу переходных металлов, обладающих уникальными каталитическими свойствами. Катализаторы на его основе широко

используются в промышленности, так как существуют процессы, в которых палладию нет достойной альтернативы. Например, селективное гидрирование фракций пиролиза нефтепродуктов.

К примеру, окислению олефинов в карбонильные соединения с помощью хлорида палладия посвящено значительное количество исследований в основном благодаря важному значению для промышленности реакции получения ацетальдегида из этилена (Вакер-процесс). В ходе окисления хлорид палладия восстанавливается в палладий, и такой процесс представлял бы ограниченный интерес, если бы не то обстоятельство, что дорогой хлорид палладия можно использовать в каталитических количествах в присутствии второго окислителя, чаще всего хлорида меди (II), который окисляет палладий в палладий (II), сам восстанавливаясь при этом до меди (I). Реокисление меди (I) в медь (II) можно осуществить атмосферным кислородом, так что суммарный процесс весьма привлекателен в качестве промышленного метода окисления.

Нефтехимический потенциал промышленно развитых стран определяется объемами производства низших олефинов и ароматических I углеводородов, прежде всего бензола. Именно эти продукты формируют сырьевую базу промышленности органического синтеза [1]. Основным методом производства низших олефинов (этилена, пропилена), а также жидких продуктов, содержащих значительное количество ароматических соединений, является пиролиз углеводородного сырья [2].

Наряду с производством этилена и пропилена, процесс пиролиза является основным источником бутадиена, выделяемого из сопутствующей пиролизной C₄ фракции, и бензола, получаемого из жидких продуктов пиролиза. Около 80 % мирового производства дивинила и 39 % бензола приходится на пиролиз углеводородов [3]. Как жидкие, так и газообразные продукты пиролиза требуют так называемой гидростабилизации. Это процессы удаления высоконенасыщенных примесей путем каталитического гидрирования.

Например, этан-этиленовая фракция пиролиза содержит смесь ацетиленов (как правило, 1,0–2,0 % об.), наличие которого отрицательно сказывается на дальнейшей ее переработке. Требования по содержанию ацетиленов в этилене, предназначенном для полимеризации, очень жесткие, не более 10 ppm [4]. Очистку этан-этиленовой (ЭЭФ), пропан-пропиленовой (ППФ) и пироконденсата либо его фракций от примесей ацетиленовых и диеновых соединений проводят в мягких условиях в присутствии палладиевых катализаторов. Только палладиевые катализаторы способны гидрировать ацетилены и диены в присутствии значительного избытка олефинов с I минимальными потерями целевых продуктов.

Высокая стоимость палладия требует его рационального использования. Поскольку в большинстве каталитических процессов участвует главным образом поверхностный слой гранул катализатора, нанесение, активного компонента на поверхность подложки является наиболее эффективным способом экономии благородного металла.

Известно много работ, посвященных особенностям изготовления и использования «корочковых» катализаторов. Однако общих подходов и закономерностей не выработано.

Существуют большие перспективы использования палладиевых «корочковых» катализаторов в экологическом катализе. Очистка отходящих газов промышленных предприятий весьма актуальная проблема, в особенности в условиях наметившихся изменений климата. Для каталитического дожигания органических примесей в вентиляционных выбросах предприятий можно использовать катализаторы на основе неблагородных металлов, такие катализаторы значительно дешевле, но требуют рабочих температур на 200–300 °C выше, чем палладийсодержащие контакты. Нагрев больших объемов отходящих газов требует столь значительных затрат энергоносителей, что экономия на стоимости катализатора их компенсировать не может. Тем более, что процессы экологического катализа, как правило, проводятся в условиях, лимитирующихся внешней диффузией реагентов, и использование корочковых контактов весьма целесообразно.

ВЫВОДЫ

Окисление олефинов – это не только совокупность препаративных методов получения спиртов, эпоксидов, диолов, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот, это также один из возможных путей установления структуры исходного олефина. Таким образом, задача создания современных катализаторов на основе палладия и экономически эффективной технологии их получения весьма актуальна. Существует много проблем, относящихся к промышленному катализу, которые требуют решения, например, разработка новых носителей для таких катализаторов, оптимизация технологических параметров ведения процессов, поиск новых областей использования палладиевых катализаторов и т. д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Черных, С. П.** Новые процессы органического синтеза. – М., 1989. – 400 с.
- 2 **Черный, И. Р.** Производство мономеров и сырья для нефтехимического синтеза. – М., 1973. – 264 с.

3 Мухина, Т. Н. Пиролиз углеводородного сырья. – М., 1987. – 240 с.
4 Этилен. Технические условия: ГОСТ 25070-87. Изд. февр.1988. – взамен
ГОСТ 25070-81; введ.01.01.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

A. K. Rakhimberdinova

Олефин көмірсутектерін тотықтыру кезінде қолданылатын негізгі тотықтырғыштар мен катализаторы

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

A. K. Rakhimberdinova

Using the main oxidizers and catalyst at oxidation of olefin hydrocarbons

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 23.02.18.

Бұл мақалада олефин көмірсутектерінің тотығуы кезінде пайдаланылатын палладий катализаторлары мен негізгі тотықтырғыштар туралы тақырып ашылады. Олефин қосылыстарының палладий катализаторларындағы тотығу зерттемесі органикалық қосылыстарының аз зерттелген, үлкен тобындағы өте өзекті және тотығу өнімдерін алу үшін қызығушылық тудыратын тотықтырғыш айналулары маңызды бағаланады. Сондай-ақ олефиндер көмірсутектеріндегі қолданылатын негізгі тотықтырғыштарына талдау жасалынады. Қазіргі заманғы технологиялар міндетіне сай палладий катализаторлары экономикалық тиімді және өте өзекті болып табылады. Өнеркәсіптік катализге қатысты көптеген проблемалары бар, бірталай шешімдерді талап ететін, жаңа шешімдерді әзірленуі тиіс, мысалы, палладий катализаторларындағы жаңа технологиялық параметрлерін іздестіру мен оңтайландыру, органикалық көмірсутектерінің өзекті мәселелері бірталай.

This article reveals the subject of the use of oxidizers and the palladic catalyst at oxidation of olefin hydrocarbons. Oxidation of olefin connections on palladic catalysts remains poorly studied, though the systematic research of the nature of oxidizing transformations of this large and important class of organic compounds is very relevant and is of interest to receiving valuable products of oxidation. Also, the analysis of the main oxidizers of the olefin hydrocarbons applied at oxidation is carried out. The problem of modern catalysts creation on the basis of palladium and economically effective technology of their receiving is very relevant. There are many problems, relating to an industrial catalysis, which require the solution, for example, development of new carriers for such catalysts, optimization of technological parameters of conducting the processes, search of new fields of palladic catalysts use.

ГРНТИ 31.21.18

К. Д. Суюндиков¹, А. К. Рахимбердинова²

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹unknown_x16@mail.ru; ²assel835@gmail.com

ЖИДКОФАЗНОЕ ГЕТЕРОГЕННОЕ ОКИСЛЕНИЕ АЦЕТИЛЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

В данной статье раскрывается тема мягкого жидкофазного окисления ацетиленовых углеводородов. Жидкофазное окисление ацетиленовых соединений до последнего времени остается малоизученным, хотя систематическое исследование характера окислительных превращений этого большого и важного класса органических соединений весьма актуально и представляет интерес для получения ценных продуктов окисления. Также проводится анализ исследований связанных с получением ацетилена, кислот и альдегидов в газовой фазе как на оксидных, так и на металлических катализаторах, так как механизм окисления ацетилена на металлах почти не изучен. Судя по исследованиям наблюдаемый при катализе на платине и палладию отрицательный порядок реакции по ацетилену свидетельствует, по-видимому, о сильной адсорбции данного углеводорода в ходе катализа.

Ключевые слова: жидкофазное гетерогенное окисление, ацетиленовые углеводороды, глиокаль, промоторы, окиснокобальтовый промотированный катализатор.

ВВЕДЕНИЕ

Жидкофазное окисление ацетиленовых соединений до последнего времени остается малоизученным, хотя систематическое исследование характера окислительных превращений этого большого и важного класса органических соединений весьма актуально и представляет интерес как для развития теоретических представлений, так и в плане расширения границ получения

ценных продуктов окисления. Одним из направлений изучения окисления ацетилена является очистка воздуха от ацетилена.

Другое направление – получение путем каталитического окисления ацетилена, таких веществ, как формальдегид, ацетальдегид, муравьиная, уксусная кислоты и другие. В основном это патентные данные. Например, при окислении ацетилена над прокаленной глиной, пропитанной борной кислотой, образуется формальдегид.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Смеси ацетальдегида с уксусной кислотой могут быть получены при окислении смеси из 2–3 объемов ацетилена и 10 объемов воздуха с большим избытком водяного пара при температуре от 573 до 673 К. В качестве катализаторов были использованы соли цинка, меди и никеля, ванадиевой, хромовой и молибденовой кислот, нанесенных на пемзу. С ванадатом цинка при температуре 653 К получены выходы ацетальдегида от 75 до 80 % и уксусной кислоты до 5 %.

Температуру реакции при получении ацетальдегида из ацетилена можно значительно снизить, заменяя водяной пар водородом и кислородом, смешанными в стехиометрическом отношении, отвечающем составу воды.

При пропускании смеси ацетилена, водорода, кислорода и азота (в объемном 2:4:2) при 373 К над *Ni – Pd* катализатором за один прогон образуется до 8–10 % этилового спирта. Получение этилового спирта при этой реакции можно рассматривать как результат восстановления ацетальдегида. После удаления спирта конденсацией или растворением в воде, оставшиеся газы после обогащения до нужного состава, могут быть вновь пущены в реакцию. Кроме этого ацетилен возможно перевести непосредственно в ацетон. Например, смесь 1 объема ацетилена с водяным паром и воздухом, взятыми в количестве от 2 до 5 объемов, пропускается через наполненные катализатором трубки, нагреваемые от 623 до 723 К.

Для проведения этого процесса запатентованы катализаторы, состоящие из осажденных на алюминиевые кольца оксидов и других соединений металлов, также запатентованы такие катализаторы, как оксиды щелочноземельных металлов, оксиды или карбонат магния, оксиды марганца, олова, хрома, алюминия или смеси этих соединений.

Для получения ацетальдегида из смесей водяного пара с ацетиленом в присутствии кислорода при температуре от 623 до 673 К лучшим катализатором является окись алюминия, активированная прибавлением дегидрирующих веществ – окиси никеля, окиси или сульфида меди, окиси или сульфида цинка,

селенистого кобальта, фосфорнокислого цинка, вольфрамата кадмия, смесей окисей цинка и вольфрама, кадмия и молибдена [1, с. 240–242].

Не вызывает сомнений, что процесс окисления ацетилену до щавелевой кислоты – многостадийный, и некоторые стадии являются некаталитическими. Для выяснения путей образования щавелевой кислоты было изучено окисление азотной кислотой соединений, которые могут получаться в качестве промежуточных продуктов.

Одним из вероятных продуктов промежуточного превращения ацетилену в щавелевую кислоту является уксусный альдегид. Установлено, что окислением азотной кислотой из ацетальдегида можно получить с выходом 10%, щавелевую кислоту. Оптимальными условиями являются 48 % HNO_3 и 303 К. Реакция характеризуется наличием индукционного периода. Установлено, что палладий (II) практически не влияет на выход щавелевой кислоты.

Таким образом, наряду с окислением альдегидной группы в карбоксильную происходит окисление метильной группы. Невысокий выход щавелевой кислоты, по-видимому, объясняется сравнительной трудностью окисления метильной группы. Не исключено, что в процессе окисления ацетилену в щавелевую кислоту одним из промежуточных продуктов является глиоксаль. Однако это предположение не проверено экспериментально. Долгов отметил, что окисление ацетилену двуокисью азота приводит к образованию более 30 % глиоксаля. В настоящее время глиоксаль в промышленности получают, в основном, дегидрированием этиленгликоля на медных катализаторах. Однако сам этиленгликоль получают несколькими достаточно сложными способами и в целом получение глиоксаля через этиленгликоль становится сложным многостадийным процессом. Поэтому возможность получения глиоксаля окислением ацетилену в одну стадию имеет несомненный практический интерес [2, с. 202].

Значительно шире изучены процессы очистки воздуха, кислорода и ряда других технологических газов от примесей ацетилену. Поэтому, как способ очистки воздуха от примесей ацетилену при производстве жидкого кислорода более детально изучают окисление малых количеств ацетилену.

Судя по имеющимся в настоящее время данным, для гетерогенно-каталитического окисления ацетилену характерно то, что оно приводит почти исключительно к образованию продуктов глубокого окисления.

Активными катализаторами полного окисления ацетилену являются платина и палладий. При низких температурах платина активнее палладия, однако, при повышенных температурах более активным становится палладий.

Механизм окисления ацетилену на металлах почти не изучен. Наблюдаемый при катализе на платине и палладии отрицательный порядок реакции по

ацетилену свидетельствует, по-видимому, о сильной адсорбции данного углеводорода в ходе катализа.

Известно, что ацетилен способен прочно связываться с платиной; в присутствии прочно связанного ацетилену платина утрачивает способность катализировать окисление водорода [3, с. 203].

В основном, окисление малых количеств ацетилену изучалось на оксидных катализаторах. Удельная каталитическая активность при 473 К уменьшается к ряду:



По данным [16], весьма активным катализатором окисления примесей ацетилену является CO_3O_4 . Исследование окисления ацетиленовых углеводородов на оксидах меди показало, что при 573 К катализ протекает по схеме попеременного восстановления – окисления поверхности.

Повышенную активность в реакции окисления следов ацетилену проявляют сложные катализаторы типа гопкалита – $MnO_2 - CuO$ (с соотношением $MnO_2 - CuO = 1.5 : 3$). Небольшие добавки серебра промотируют эти катализаторы и снижают их отравляемость водяными парами.

В качестве промоторов использовали также оксиды кобальта и церия. Лучшим (из испытанных) является катализатор $MnO_2 - CuO$ (6:4) с добавкой 10 % Ag. Этот контакт устойчиво работает в течение длительного времени. Отмечается частичное восстановление MnO_2 в ходе реакции. Эффективным катализатором очистки от ацетилену является диоксид марганца, промотированный серебром. [4, с. 374].

Состояние промотора в катализаторе пока достоверно не известно. Принято характеризовать его долей серебра, растворимого в различных средах: H_2O , NH_4OH , $HNO_3 - H_2O_2$.

Имеются указания на высокую каталитическую активность перманганата серебра (в отличие от его фосфата). Добавки серебра промотируют также окиснокобальтовый катализатор окисления ацетилену, хотя эффект значительно меньше, чем в случае MnO_2 . Палладий является менее активным промотором окиси марганца, чем серебро [19]. Таким образом, эффект промотирования существенно зависит как от природы промотора, так и от природы промотируемого оксида.

Интересно, что промотирование серебром и палладием можно осуществить и при механическом смешивании оксида с промотором (Ag_2O или PdO), однако адсорбционный способ приготовления имеет преимущества, которые особенно проявляются при катализе с использованием увлажненной смеси ацетилену

воздух. Содержание растворимой в NH_4OH формы серебра в промотированных окиснокобальтовых катализаторах намного ниже, чем в окисномарганцевых и составляет 3,1 % для контакта, приготовленного адсорбционным способом; 13,7 % для механической смеси.

На основании данных, можно считать, что промотированные серебром окисномарганцевые катализаторы при низких температурах значительно активнее окиснокобальтовых. Сходное соотношение имеется и для соответствующих простых оксидов.

Следует отметить, что палладий-марганцевые и серебряно-кобальтовые катализаторы работают нестабильно, активность их довольно резко уменьшается со временем. Природа каталитического действия рассматриваемых сложных катализаторов и причины промотирующего влияния добавок не вполне ясны.

Представляет интерес установленный параллелизм между активностью и содержанием в катализаторе оксида серебра.

Высокая активность контактов связывается с тем, что на указанном гидратированном оксиде образуется максимальное количество оксида серебра, растворимого в аммиаке и устойчивого в условиях катализа. В случае окиснокобальтового промотированного катализатора концентрация этой формы серебра, как указывалось выше, значительно меньше. Наблюдаемая аномально высокая начальная активность катализаторов $MnO_2 - Ag_2O$ и $CO_2O_3 - Ag_2O$ объясняется высокой скоростью взаимодействия с ацетиленом имеющейся в катализаторе фазы оксида серебра.

Оксид серебра сам по себе высокоактивен, но быстро выходит из строя (восстанавливается или необратимо отравляется ацетиленом) и теряет активность. Этим объясняется быстрое снижение со временем активности катализаторов $MnO_2 - Ag_2O$ и $CO_2O_3 - Ag_2O$ полученных механическим способом.

Возможно, что растворимая в NH_4OH форма Ag_2O , находящаяся в катализаторе MnO_2 , облегчает взаимодействие ацетилена с поверхностью за счет образования поверхностного координационного соединения $Ag^+ - C_2H_2$. Другие сложные катализаторы окисления ацетиленовых углеводородов изучены недостаточно. В присутствии $CuO - Al_2O_3$ происходит быстрое сгорание ацетилена и метилацетилена при низких температурах.

Висмут-молибденовый окисный катализатор сравнительно малоактивен при окислении ацетиленовых углеводородов.

Кинетические закономерности процесса окисления малых концентраций ацетилена достаточно просты. Зависимость скорости реакции от процентного состава газовой смеси такова: при не очень малых концентрациях O_2 скорость реакции почти не зависит от O_2 и очень сильно зависит от концентрации C_2H_2

(будучи приблизительно пропорциональна квадрату парциального давления ацетилена). Однако в смесях очень бедных кислородом, скорость реакции сильно зависит от концентрации O_2 . Цепной характер реакции следует из очень сильной зависимости скорости реакции от свободного пространства. В сосудах, набитых осколками стекла пирекс, скорость реакции меньше, чем в пустых.

Так, при 588 К в пустом сосуде реагирует около 30 % C_2H_2 , за то же время в наполненном сосуде реагирует всего 3 %. Кроме того закономерности реакции в наполненном реакторе меняются. Процесс слабо зависит от давления C_2H_2 и идет преимущественно с образованием CO_2 и H_2O , в то время как в пустом сосуде превалирует образование CO_2 и H_2O . Реакция, которая идет в набитых сосудах, очевидно, является поверхностной. Основная же реакция в пустом сосуде гомогенная и цепная. Примесь NO_2 больше 0,5 % ускоряет реакцию окисления ацетилена.

Что касается механизма цепного окисления ацетилена, то установлено, что реакционные цепи зарождаются на поверхности, значительно разветвляются в газовой фазе, где происходит некоторая дезактивация кислородом, и значительно обрывается на стенках сосуда.

Для случая окисления ацетиленовых соединений Семенов Н. Н. считает, что вне зависимости от того, образуется ли в процессе окисления активный кислород в виде атомов или в виде легко реагирующего кислорода перекисных промежуточных соединений, первоначальным продуктом взаимодействия этого кислорода с молекулой ацетилена будет гликоаль.

ВЫВОДЫ

Из приведенного обзора литературы по окислению ацетилена следует, что в газовой фазе как на окисных, так и на металлических катализаторах происходит, преимущественно полное окисление ацетилена до воды и . Немногочисленные патентные данные по получению некоторых целевых продуктов окисления недостаточно разработаны и не нашли промышленного применения. Не случайно поэтому Кузнецов отметил, что окисление ацетиленовых углеводородов не представляет пока самостоятельного синтетического интереса. Сведения по жидкофазному окислению ацетилена отсутствуют.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Марек, Л. Ф. Каталитическое окисление органических соединений. – М., 1936. – 446 с.
- 2 Долгов, Б. Н. Катализ в органической химии. – М., 1959. – 810 с.

3 Диксон, Дж. К., Лонгфилд, Дж. Е. Катализ в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М., 1963. – 402 с.

4 Голодец, Г. И. Гетерогенно-каталитическое окисление органических веществ. – М., 1978. – 467 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

К. Д. Суяундыков¹, А. К. Рахимбердинова²

Ацетилен көмірсутектерінің гетерогенді сұйық фазалы тотығуы

^{1,2}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

К. Д. Suyundykov¹, А. К. Rakhimberdinova²

Liquid-phase heterogeneous oxidation of acetylene hydrocarbons

^{1,2}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Мақалада ацетилен көмірсутектерінің жұмсақ сұйықфазалы тотығу тақырыбы ашылып отыр. Ацетилен көмірсутектерінің жұмсақ сұйықфазалы тотығуы қазіргі таңға дейін де толық қамтылған жоқ, осы үлкен және де маңызды органикалық қосылыстар классындағы систематикалық жүйелі тотығу зерттемелерінің өзектілігі түсер емес және де сонымен қатар, бағалы тотығу өнімдерін алынуына жол ашады. Осыған байланысты мамандардың алдында жаңа мәселелер қойылған. Газ фазасындағы металлды және оксидті катализаторларындағы ацетилен, қышқылдар мен альдегидтерінің зерттемелер тәсілдері қамтылған. Жүргізілген зерттеулер негізінде платина және палладиум секілді катализаторларының зерттемелер әдістері кезінде байқалған реакцияның теріс тәртібі, көмірсутектерінің катализ кезіндегі көп адсорбацияланғанын көрсетеді.

This article reveals the theme of soft liquid-phase oxidation of acetylene hydrocarbons. Liquid-phase oxidation of acetylene compounds remains little studied until recently, although a systematic study of the

nature of oxidative transformations of this large and important class of organic compounds is very important and is of interest for the production of valuable oxidation products. The analysis of studies related to the production of acetylene, acids and aldehydes in the gas phase on both oxide and metal catalysts is also carried out, since the mechanism of acetylene oxidation on metals is almost not studied. According to studies, the negative order of the acetylene reaction observed in platinum and palladium catalysis seems to indicate a strong adsorption of this hydrocarbon during catalysis.

Ж. М. Шарapidенов

магистрант, Факультет химических технологий и естествознания,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: zhanat_sharapidenov@mail.ru

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУКАВНОГО
И ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ СЕРЫ**

В настоящей статье автором производится сравнение и выбор промышленных фильтров, анализируются преимущества и недостатки каждого отдельного фильтра:

– принцип действия (гравитационная очистка, осаждение под действием центробежных сил, а также в электрическом поле, фильтрование через мокрую очистку и пористую перегородку);

– конструкция и виды (циклоны, рукавные и мешочные, скруббер Вентури, электрофильтр);

– параметры дымовых газов;

– степень очистки газов;

Методы разделения неоднородных газовых систем основаны на одинаковых принципах, но используемое оборудование имеет ряд особенностей.

Рассмотрено применение электрофильтров на установке прокали нефтиного кокса.

Ключевые слова: дымовые газы, рукавный фильтр, электрофильтр, оксид серы.

ВВЕДЕНИЕ

Фильтрование – механическое разделение суспензий или аэрозолей, состоящих из твердых и газообразных (жидких) компонентов, с помощью фильтровальных перегородок, которые пропускают жидкость или газ, но задерживают твердую фазу. Суспензией называется смесь веществ, в которой твердое вещество распределено в виде мельчайших частичек в жидком веществе во взвешенном состоянии. Аэрозоль это гетерогенная система, которая состоит из мелких твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде.

В работе проведена сравнительная характеристика двух конкретных фильтров: рукавного и электрофильтров.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для очистки газовых потоков от взвешенных частиц используют несколько способов:

- гравитационное осаждение;
- осаждение под действием инерционных и центробежных сил;
- фильтрование через мокрую очистку;
- фильтрование газового потока через пористую перегородку;
- осаждение в электрическом поле;

Первые два способа очистки дымовых газов применяют для крупных взвешенных частиц, остальные для частиц размером менее 20 мкм – для тонкой очистки.

Фильтрование это достаточно простой по принципу действия процесс, поэтому фильтрование было впервые освоено человеком уже в Древнем Египте, где массово применяли фильтрацию воды через слой песка или несколько раз сложенную ткань. Данный метод египтяне использовали чтобы очистить воду от песчинок или ила, а также улучшить вкус, цвет и запах воды. С развитием цивилизации выросла и сфера применения фильтрации, постепенно расширяясь в разных сферах жизни, начиная от фильтрации вин, нефти и нефтепродуктов, и заканчивая очисткой плазмы крови и выделению продуктов химических реакций. Однако не всегда фильтрование применялось для мирных целей, если вспомнить черные страницы истории, то фильтрование стало основой изобретения противогаза, разработанного в годы первой мировой войны, когда впервые стали применяться боевые отравляющие газы.

Гравитационная очистка газов. Для разделения пыли (грубой очистки) предназначены аппараты непрерывного и полунепрерывного действия, основным из которых является пыле-осадительная камера. Аппарат с горизонтальными полками делится на ряд каналов малой высоты. Поступление запыленного газа регулируется клапанами и распределяется между полками. Твердые частицы оседают на поверхности полок, а осветленный газ поступает в выхлопной канал, затем в газоход. Осажденная пыль выгружается через специальные дверцы скребками или смывается водой. Степень очистки составляет только 30–40 %.

Принцип очистки газов под действием инерционных сил заложен в конструкции отстойного газохода, очистка под действием центробежных сил осуществляется в циклонах.

Для разделения крупнодисперсной пыли (размер более 25 мкм) предназначен отстойный газоход с отбойными перегородками. Перегородки

служат для завихрения газового потока. Инерционные силы способствуют интенсивному осаждению взвешенных частиц. Скорость потока падает, частицы пыли, сохраняя прямолинейное движение, ударяются о перегородки и собираются в сборнике. Степень очистки в инерционных пылеуловителях составляет около 60 %.

Очистка газов под действием центробежных сил производится в специальных аппаратах – циклонах.

Циклон состоит из вертикального цилиндрического корпуса с коническим днищем и крышкой, в центре корпуса вмонтирована выводная труба для очищенного газа. Запыленный газ поступает в верхнюю часть корпуса со скоростью 10–40 м/с и начинает вращаться вокруг центральной выводной трубы вдоль внутренней поверхности стенок циклона.

Во вращающемся потоке газа на твердую частицу в циклоне действует центробежная сила, направляющая ее к периферии от центра по радиусу со скоростью, равной скорости осаждения. Частицы пыли оседают на внутренней поверхности корпуса и опускаются в коническое днище. Очищенный газ выводится через центральную трубу, направляясь снизу вверх.

Эффективность пылеотделения увеличивается с уменьшением радиуса циклона. Поэтому целесообразно применять циклоны малых диаметров, а для увеличения производительности – группы параллельно работающих одиночных циклонов (ЦН), специальные батарейные циклоны (БЦ), или мультициклоны. Скорость газа на входе в циклон должна быть не менее 10 м/с, а при большой запыленности и наличии крупной пыли 15–20 м/с.

Циклоны рекомендуются применять для улавливания:

- пыли из газов (сушилки, печи, аппараты с псевдоожиженным слоем зернистых материалов);
- пыли из аспирационного воздуха (при помолах);
- летучей золы из дымовых газов (небольшие котельные на твердом топливе);
- пыли из воздуха (пневматические транспортные установки).

Батарейный циклон состоит из нескольких циклонов малого диаметра, расположенных в одном корпусе по 2, 3, 4, 6 или 8 штук. В батарейный циклон очищаемый газ вводится в пространство между перегородками аппарата и распределяется по элементам, вмонтированным в эти перегородки (типа «розетка» с наклонными лопатками или типа «винт» с наклонными лопастями). Вращаясь и огибая поверхность элемента, газ получает определенную окружную скорость и разделяется на очищенный газ и осевшую пыль. Степень очистки в батарейном циклоне достигает 95–96 %.

Батарейные циклоны с элементами диаметром 100 мм используются для очистки газа от тонкой пыли при расходе газа не менее 2500 м³/ч, с элементами диаметром 150 мм – при расходе газа не менее 25 000 м³/ч.

По степени слипаемости различают следующие четыре группы пыли, отделяемой от газов в батарейных циклонах:

- 1) неслипающаяся (глиноземная пыль);
- 2) слабослипающаяся (летучая зола, коксовая пыль и др.);
- 3) среднеслипающаяся (торфяная пыль, пыль из печей цементного производства и др.);
- 4) сильнослипающаяся (мучная пыль, волокнистая пыль из хлопка, асбеста и др.).

Недостатками циклонов являются сравнительно низкая степень очистки от тонкодисперсной пыли, высокое гидравлическое сопротивление и большой расход энергии на очистку, механическое истирание стенок частицами пыли, чувствительность к колебаниям нагрузки.

В зависимости от фильтровальной перегородки фильтры бывают с мягкими, полужесткими и жесткими пористыми перегородками.

Фильтры с мягкими фильтровальными перегородками (рукавные или мешочные) широко применяют для очистки газов от пыли. Мягкие перегородки изготавливаются из тканевых материалов, нетканых волокнистых материалов (войлок и др.) и пористых листовых материалов (губчатая резина, металлоткани, пористые пластмассы).

Используются батарейные рукавные и мешочные фильтры с соплами Вентури. В рукавных фильтрах достигается высокая (95–98 %) степень очистки газа от тонкодисперсной пыли.

Недостатками этих фильтров является быстрый износ ткани и закупорка пор в ней. В мешочных фильтрах очистка мешков производится подачей сжатого воздуха через сопло Вентури.

Фильтры с полужесткими фильтровальными перегородками состоят из касет, в которых между сетками зажимается слой стекловолокна, металлической стружки или других материалов, пропитанный специальным составом для улавливания взвешенных частиц газа. Эти фильтры используют при незначительной запыленности газов (0,001–0,005 г/м³).

Фильтры с жесткими фильтровальными перегородками, изготовленными из пористых пластмасс, слоев кокса, графия или кварцевого песка, пористой керамики, спеченных или спрессованных металлических порошков и подобного, используют для тонкой очистки газов.

Выбор пористой перегородки зависит от химических свойств фильтруемого газа, его температуры и размеров взвешенных в газе частиц.

Гильзы металлокерамических фильтров изготавливаются из гранул, порошка или стружки металла. Они отличаются высокой механической прочностью и химической стойкостью, а также хорошо противостоят резким колебаниям температуры. Поэтому металлокерамические фильтры применяют для очистки агрессивных горячих газов.

Для очистки воздуха, используемого для аэрации массы в биохимических производствах применяют, например, масляные фильтры.

Высокая степень очистки воздуха (особенно при его охлаждении) достигается смачиванием частиц пыли жидкостью.

Выделение пыли при мокрой очистке происходит под действием сил тяжести (при прямолинейном движении газа через аппарат), под действием сил инерции (при резком изменении направления воздушного потока) или под действием центробежных сил (при вводе газа в аппарат с большой скоростью по касательной к внутренней поверхности аппарата).

Смачивание и поглощение пыли водой производится при стекании воды пленкой по внутренним стенкам аппарата, при разбрызгивании воды по всему объему аппарата или комбинированным способом.

Мокрая очистка газов проводится в аппаратах различных конструкций - скрубберах, башнях орошения, барботажных пылеуловителях (в пенном слое). Предварительную очистку воздуха проводят в полых скрубберах – башнях круглого или прямоугольного сечения, в которых запыленный воздух движется снизу вверх, а жидкость распыляется форсунками.

Для мокрой очистки воздуха применяют также механические промыватели – дезинтеграторы. В них быстро вращается ротор, через стержни которого распыляется жидкость в газе. Жидкость смачивает почти всю пыль, содержащуюся в газе, и удаляется с ней. Но эти машины вытесняются электрофильтрами.

Мокрая очистка газов под действием центробежных сил производится в циклонах, стенки которых смачиваются непрерывно стекающей по ним пленкой воды, а также в центробежных скрубберах. Орошающая вода распределяется по стенкам через сопла. Достоинствами такого скруббера являются высокая очистка в поле центробежных сил при турбулентном движении газа и жидкости, низкое гидравлическое сопротивление, простота устройства.

Один из эффективных аппаратов – **струйный скруббер Вентури**. Вода вводится в трубу под давлением и тонко распыляется в потоке воздуха, движущемся с высокой скоростью (60–70 м/с). Воздух протягивается с помощью вентилятора. В расширенной части трубы скорость потока снижается, тонко распыленная жидкость увлажняет и поглощает частицы пыли. Капли жидкости

выделяют в циклонном аппарате. Вода выделяется в отстойниках и вновь подается в скруббер. В таком скруббере удается удалить до 97 % тонкодисперсной пыли.

Высокая очистка газов достигается в пенном пылеуловителе. Вода в этом аппарате проходит по решеткам, взаимодействует с газом и превращается в слой пены, что обеспечивает большую поверхность контакта фаз и высокую степень очистки. Аппараты бывают однополочные, трехполочные в зависимости от требуемой чистоты воздуха и начальной запыленности.

Для **электрической очистки газов** используются электрофильтры, принцип работы которых основан на ионизации молекул газа (расщепление на положительно и отрицательно заряженные ионы) и сообщении частицам пыли электрического заряда.

Ионизация газа возникает в пространстве между двумя электродами, к которым подведен постоянный ток высокого напряжения. При повышении разности потенциалов между электродами возрастает скорость движения ионов и электронов, при соударениях встречные молекулы распадаются на ионы.

В условиях ударной ионизации число ионов резко возрастает, и газ полностью ионизируется. При этом наблюдается потрескивание и слабое свечение газа («корона») вокруг проводника, называемого коронирующим электродом. Ионы и электроны, имеющие тот же знак, что и заряд коронирующего электрода, движутся к противоположно заряженному электроду, называемому осадительным.

В электрофильтрах коронирующие электроды всегда присоединяются к отрицательному полюсу источника тока, поэтому к осадительным электродам движутся только отрицательные ионы и свободные электроны. Присоединяясь по пути к нейтральным молекулам, электроны превращают их также в отрицательные ионы.

При движении в запыленном газе или тумане отрицательные ионы сообщают заряд пылинкам или капелькам жидкости и увлекают их к осадительным электродам. Подойдя к осадительному электроду, частицы пыли (тумана) отдают ему свои заряды и сбрасываются с электрода под действием собственной тяжести или при встряхивании.

Во избежание пробоя и короткого замыкания электродов в электрофильтрах создается неоднородное электрическое поле, что достигается устройством электродов в виде проводов в трубе (**трубчатый электрофильтр**) или натянутых между параллельными пластинами (пластинчатый электрофильтр).

Следовательно, электрически заряженные частицы под действием электрического поля осаждаются на противоположно заряженном электроде, теряют свой заряд и удаляются из газового потока. Для электрической очистки газов используется коронный разряд, возникающий в неоднородном

электрическом поле. Он обеспечивает прохождение тока между электродами, не вызывая при этом дугового электрического разряда – пробоя.

В трубчатом электрофилт্রে отрицательно заряженный ионизирующий электрод (провода) расположен по центру трубчатого электрода, заряженного положительно; в пластинчатом – коронирующие электроды расположены между двумя пластинами.

Имеются вертикальные пластинчатые электроды (газ движется снизу вверх) и горизонтальные (с горизонтальным ходом газа). Для лучшей очистки газа применяют многопольные (трубчатые и пластинчатые) электрофилтры, состоящие из нескольких последовательно соединенных секций осадительных электродов, т.е. нескольких электрических полей. Очистка газа от влажной тонкодисперсной пыли производится в мокрых трубчатых или пластинчатых электрофилтрах.

Преимущества трубчатых электрофилтров перед пластинчатыми заключаются в большей напряженности электрического поля и соответственно в более высокой допустимой скорости газа, в лучшем удалении трудно улавливаемой пыли (например, плохо проводящей пыли из газов умеренной влажности). К недостаткам следует отнести трудность удаления осевшей пыли, громоздкость и большой расход металла, сложный монтаж, большой расход энергии на единицу длины проводов.

В электрофилтрах очистку газов можно проводить при повышенных температурах во влажных средах. Поэтому они находят широкое применение в самых различных производствах. Очистка газов возможна также путем воздействия на запыленный воздух колебаний звуковой и ультразвуковой частоты. Это приводит к резкому увеличению столкновений и укрупнению частиц. Отделение укрупненных частиц производится в циклоне, последовательно соединенном с акустическим газоочистителем. Способ применим для тонкой очистки горячих газов, а также химически агрессивных и взрывоопасных газов. Установки просты, но имеют большой расход энергии и характеризуются тяжелыми условиями труда обслуживающего персонала.

ВЫВОДЫ

Анализируя филтры для очистки дымовых газов можно сделать следующие выводы:

– Тканевые филтры нельзя использовать для очистки газов, так как они горячие и химически агрессивные. К тому же такие филтры довольно быстро загрязняются, а что еще хуже – быстро разрушаются. Именно по этим причинам в ряде случаев предпочитают применять электрическую очистку газов.

– Рукавные филтры качественно очищают газы от тонкой дисперсной пыли и пыли, которая трудно поддается увлажнению (сажа и окись цинка). Тем не менее, такие филтры не могут очищать газы от химически агрессивных газов, влажной и липкой пыли.

– Электрофилтры относятся к высокоэффективным очистительным аппаратам. Сухие газы очищаются посредством пластинчатых электрофилтров, а газы, содержащие трудно улавливаемую пыль подвергаются обработке при помощи трубчатых электрофилтров.

Таким образом, наиболее совершенным методом очистки дымовых газов от пыли и туманов является электрическая очистка дымовых газов с использованием электрофилтров, при которой процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждения их на осадительных и коронирующих электродах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Производственные технологии : учебник / Д. П. Лисовская, Е. В. Рощина, Л. А. Галун, Н. М. Кириленко; под общ. Ред. Д. П. Лисовской. – Минск : Выш. Шк., 2009. – С. 35–41.

2 **Резчиков, Е. А., Ткаченко, Ю. Л.** Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – М. : МГИУ, 2006. – 236 с.

3 <http://www.oil-filters.ru>.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

Ж. М. Шарипиденов

Электр сүзгілерін пайдалану негізінде күкірт оксидінен түтін газдарының тазарталуын арттыру

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 23.02.18 баспаға түсті.

Z. M. Sharapidenov

Comparative characteristics of the sleeve and electrostatic precipitators for cleaning the flue gases from sulfur oxides

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 23.02.18.

Осы мақалада автор өнеркәсіптік сүзгілерді салыстырады және таңдайды, әр сүзгінің артықшылығы мен кемшіліктерін талдайды:

– әрекет қағидаты (гравитациялық тазалау, центрифугалық күштердің әсерінен жауын-шашын, сондай-ақ электр өрісі, дымқыл тазалау және кеуекті септор арқылы сүзу);

– дизайн және түрлері (циклондар, жеңді және қалталы қапшық сомкелер, вентурлы скруббер, электростатикалық шөгінділер);

– түтін газдарының параметрлері;

– газды тазалау дәрежесі;

Гетерогенді газ жүйелерін бөлу әдістері бірдей қағидаттарға негізделеді, бірақ қолданылған жабдық бірқатар сипаттамаларға ие.

Мұнай коксының кальциленген қондырғысында электростатикалық шөгінділерді қолдану қарастырылады.

In this article, the author compares and selects industrial filters, analyzes the advantages and disadvantages of each individual filter:

– operating principle (gravity cleaning, precipitation under the action of centrifugal forces, as well as in the electric field, filtration through wet cleaning and a porous septum);

– design and types (cyclones, sleeve and bag, Venturi scrubber, electrostatic precipitator);

– parameters of flue gases;

– degree of gas cleaning;

Methods for separating heterogeneous gas systems are based on the same principles, but the equipment used has a number of characteristics.

The application of electrostatic precipitators in an oil coke calcination unit is considered.

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»

ГРНТИ 58.502.75

**С. Ж. Ибадуллаева¹, А. А. Нурғалиева²,
О. И. Турсыматова³, Д. Т. Идрисова⁴**

Кызылординский государственный университет имени КORKYT Ата,
г. Кызылорда, 120000, Республика Казахстан

e-mail: 'salt_i@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ МОНИТОРИНГА ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ НЕФТЕДОБЫЧИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ГЕОБОТАНИКА»

В данной статье представлены материалы по применению результатов полученных научных исследований растительности северо-восточного Прикаспия при изучении курса «Геоботаника». Также приведена информация о роли использования материалов исследований для повышения уровня знаний студентов.

Ключевые слова: растительность, геоботаника, фитоценоз.

ВВЕДЕНИЕ

Геоботаника тесно связана с систематикой растений, общей экологией, общим землеведением, географией растений, экологией растений законы и выводы которых она использует в своих исследованиях. В современной геоботанике также широко используется комплекс математических методов при классификации и сравнении растительности.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Студенты после изучения данной дисциплины должны иметь представление:

- о растительном сообществе;
- принципах классификации растительности, основные школах фитоценологии;
- концепции организмизма и континуализма в геоботанике, их характеристики;
- структуре фитоценоза, континууме и дискретности растительности;
- принципах и методах описания растительности;

– динамике растительных сообществ, сукцессиях, закономерностях эволюции растительных сообществ.

В разделе «Организация растительного покрова» имеются темы такие как, «Основные признаки фитоценоза», «Флористический состав фитоценоза», «Организация растительного покрова», «Пространственная структура фитоценоза», «Количественные отношения между видами в фитоценозе». При изучении данных тематик для более полного понимания организации растительного покрова в районах нефтедобычи использованы материалы, полученные в ходе проведения научных исследований.

Далее при выполнении самостоятельной работы студентами при изучении дисциплины «Геоботаника» более глубокий акцент сделан на рассмотрение следующих тематик «Возрастной спектр ценопопуляций растений», «Основные формы динамики растительности (синдинамики)». Понятие об альфа- бета- и гамма-разнообразии растительного покрова и методы их оценки. Суточная, сезонная, разногодичная изменчивость фитоценозов. В данном моменте нами для более глубокого изучения основ «Геоботаники» представлены материалы по изучению альфа и бета разнообразия растительности северо-восточного побережья Прикаспия. По результатам полевых наблюдений, а также анализа научных флористических исследований и определителей флоры составлен список наиболее распространенных растений Национального резервата «Акжайык» и прилегающей к нему буферной зоны. Проведен анализ альфа- и бета-разнообразия естественной растительности на основе материалов, полученных в полевой период исследований.

Альфа-разнообразие характеризует богатство видами отдельных сообществ. Основными показателями альфа-разнообразия растительности является два показателя – видовое богатство (*speciesrichness*) – общее число видов в сообществе, и видовая насыщенность (*speciesdensity*) – среднее число видов на единицу площади. Одновременный учет видового богатства и видовой насыщенности позволяет получать сопоставимые оценки видового разнообразия при анализе различных сообществ. Для расчета видовой насыщенности сообщества определяется число видов на каждой геоботанической площадке, относящейся к выделенному фитоценозу. Видовое богатство сообщества определяется как общее число видов в сообществе по данным маршрутных учетов и описаний пробных площадок.

Для оценки альфа- и бета- разнообразия нами использованы бланки геоботанических описаний по отдельным сообществам. В данном случае это эфемерово-солянково-галофитнокустарниковые, злаково-разнотравные с сорнотравьем и разнотравно-злаковые с кустарниками и сорнотравьем сообщества (*Alhagipseudoalhagi*, *Careliniacaspica*, *Glicirrhizaglabra*,

Glycyrrhizauralensis, *Cynanchumsibiricum*, *Tamarixramosissima*, *Calidiumcapsicum*, *Sophoraalopecuroides*, *Xanthiumstrumarium*).

Наибольшее альфа-разнообразие растительности Национального резервата «Акжайык» и прилегающей к нему буферной зоны зафиксировано на злаково-разнотравных с сорнотравьем сообществах – 41 вид растений. Это богатство видами связано с внедрением значительного количества рудеральных видов в сообщество в результате антропогенного воздействия. Данный материал помогает студентам сделать анализ флористического состава растительности именно в районах нефтедобычи.

Для характеристики альфа-разнообразия злаково-разнотравных с сорнотравьем сообществ Национального резервата «Акжайык» и прилегающей к нему буферной зоны отобрано 6 наиболее характерных геоботанических описаний, в которых зарегистрирован 41 вид. Луговые сообщества с доминированием влаголюбивых травянистых растений, преимущественно злаков, приурочены к почвам лугового ряда. В разнотравных сообществах 6 видов растений встречаются в более чем 50 % описаниях и они отнесены нами к верным видам. Из них только два вида – жантак (*Alhagipseudoalhagi*) и клоповник (*Lepidiumperfoliatum*) встречались во всех описаниях, причем жантак участвует в сложении травостоя в качестве доминанта, а клоповник занимает всего от 1 до 5 % проективного покрытия. В качестве субдоминанта, создающего проективное покрытие в данном сообществе выступают карелиния каспийская (*Careliniacaspica*), солодка уральская (*Glycyrrhizauralensis*), бескильница расставленная (*Puccinelladistans*), ажрек (*Aeluropuslittoralis*) и, очень редко, дескурайния Софии (*Descurainiasophia*). Ввиду того, что почвы в разной степени засолены, в сложении травостоя участвуют солянки – климакоптерасупротивнолистная (*Climacoptera brachiata*), петросимония супротивно-веточная (*Petrosimonia brachiata*) и галофитные злаки. Присутствие в составе травостоя индикаторов нарушенности, таких как дескурайния (*Descurainiasophia*), брунец (*Vexibiaalopecuroides*), дурнишник (*Xanthiumstrumarium*), лебеда (*Atriplex tatarica*), клоповник (*Lepidiumperfoliatum*), липучка (*Lapullapatula*), бурачок (*Alyssum desertorum*) и эбелек (*Ceratocarpusarenarius*) свидетельствует об отрицательном влиянии каких-либо экологических факторов. Некоторые виды рода *Henopodium* *Suaeda* встречаются на небольших пятнышках – парцеллах и создают мозаичность растительного покрова, т.е. идет процесс галофитизации территории. Выявлено, что самое высокое альфа-разнообразие среди описанных видов принадлежит злаково-разнотравным с сорнотравьем сообществам, где видовое богатство сообществ равно 41 видам, видовая насыщенность описанных площадок не превышает 21 вида.

Бета-разнообразие характеризует изменчивость показателей альфа-разнообразия в пространстве – по градиентам факторов среды или при переходе от одного типа сообщества к другому. Обычно бета- разнообразие оценивается через индексы сходства и индексы гетерогенности.

Таким образом, выявлено, что индекс гетерогенности бета-разнообразия прямо пропорционален видовому богатству альфа-разнообразия. Оценка бета-разнообразия проведена через расчет индекса гетерогенности.

Самый высокий показатель – 1,8 принадлежит разнотравно-злаковому с кустарниками и сорнотравьем сообществу, а самый низкий – 0,95 у злаково-разнотравного с сорнотравьем. Индекс гетерогенностилерховскопопынного сообщества равен 1,5.

ВЫВОДЫ

При изучении дисциплины «Геоботаника» и использовании материалов проведенных исследований студентами будут получены знания о территориальном распределении растительных сообществ, географии растительности, закономерностях взаимодействия растений и растительных сообществ и среды и основные черты взаимодействия между растениями в сообществах; основных отличительных признаках фитоценоза. Будущий специалист должен уметь правильно излагать свои мысли, пользоваться научными источниками информации, пользоваться полученными знаниями на практике, работать самостоятельно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Воронов, А. Г.** Геоботаника. – М. : Высшая школа, 1973. – 384 с.
- 2 **Ипатов, В. С., Кирикова, Л. А.** Фитоценология. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. – 316 с.
- 3 **Миркин, Б. М., Наумова, Л. Г., Соломещ, А. И.** Современная наука о растительности: Учебник. – М. : Логос, 2001. – 264 с.
- 4 **Вальтер, Г.** Общая геоботаника. – М. : Мир, 1982. – 264 с.
- 5 **Ниценко, А. А.** Растительная ассоциация и растительное сообщество как первичные объекты геоботанического исследования. – Л. : Наука, 1971. – 184 с.
- 6 **Раменский, Л. Г.** Избранные работы: Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л. : Наука, 1971. – 334 с.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

С. Ж. Ибадуллаева¹, А. А. Нурғалиева², О. И. Турсыматова³, Д. Т. Идрисова⁴
Мұнай өндіру аймақтарының флорасы мен өсімдіктеріне жүргізілген мониторинг материалдарын «Геоботаника» курсында қолдану негіздері

^{1,2,3,4}Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті,
 Қызылорда қ., 120000, Қазақстан Республикасы.
 Материал 23.02.18 баспаға түсті.

S. Z. Ibadullaeva¹, A. A. Nurgalieva², O. I. Tursymatova³, D. T. Idrisova⁴
Peculiarities of application of the materials for monitoring flora and vegetation in the areas of oil production under the study of the «Geobotany» course

^{1,2,3,4}Korkyt Ata Kyzylorda State University,
 Kyzylorda, 120000, Republic of Kazakhstan.
 Material received on 23.02.18.

Бұл мақалада Каспийдің солтүстік-шығыс аймағындағы өсімдік жамылғысын зерттеу жұмыстары бойынша алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелерін «Геоботаника» курсына оқыту барысында қолдану жөнінде материалдар келтірілген. Сондай-ақ, студенттердің білімін жетілдіру үшін зерттеу материалдарын қолдану рөлі туралы ақпарат беріледі.

This article presents materials on the application of scientific research results on the vegetation of the northeastern Caspian region in the course of studying the course «Geobotany». Also, information is provided on the role of using research materials to improve student knowledge.

**B. Izim¹, T. Berdesh², A. K. Kipchakbayeva³,
G. A. Seitimova⁴**

¹student, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan;

²student, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan;

³PhD, senior lecturer, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan;

⁴PhD, senior lecturer, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan
e-mail: ³aliya_k85@mail.ru

DETERMINATION OF VITAMIN COMPOSITION IN THE AREAL PART OF CHENOPODIUM BOTRYS L.SP.PL. FAMILY CHENOPODIACEAE

The nature of Kazakhstan is rich in various medicinal herbs. According to the World Health Organization, in the next 10 years, the proportion of phytopreparations in the volume of medicines will be about 60 %. In this regard, in recent years research has been expanding on wild plants that grow widely in saline and arid soils in the Republic of Kazakhstan and have adapted to extreme conditions. The need for highly effective plant preparations is based on the study of biological active substance and the development of medicines from plant raw materials. In this regard, there is a comprehensive study of the introduction of medicinal plants in pharmaceutical technology through the creation of preparations on their basis. For the first time, the qualitative, quantitative and vitamin composition of the Chenopodiaceae Chenopodium plant harvested during the flowering phase in the West Kazakhstan region was investigated.

Keywords: chenopodium, flavonoids, biologically active substance, vitamins, coumarins, organic acid, saponins, tannins, carbohydrates.

INTRODUCTION

All over the world, plants of the family of the mare (*Chenopodiaceae*) include about 100 genera and 1,400 species, of them in Kazakhstan occurs 47 genera and 218 species [1, 2]. Representatives of this family prevail in the landscapes of the flat of our semi-deserts and deserts; they have acquired a decisive economic significance.

They occupy a significant place as fodder plants of the desert zone. Many species of this family, thanks to the rich content of mineral salts, especially carbonates, serve to extract potash and soda. The studied plants of this family have a wide range of biological effect and are used for the treatment of various diseases.

The aim of the study was to study the vitamin composition of the aboveground part of the *Chenopodium botrys* L.Sp.pL family of *Chenopodiaceae*.

The object of the study was the aboveground part of the *Chenopodium botrys* L.Sp.pL family of *Chenopodiaceae*, which was harvested during the fruiting in June of 2017, in the western region of Kazakhstan.

To study the chemical composition of plants, methods of qualitative and quantitative analysis for the content of various biologically active groups were used.

Experimental part and discussion of the results

Under the name «vitamins», a group of organic substances of a diverse chemical structure, necessary for normal vital activity in small quantities, not synthesized in the human body, but coming into it with food, is now combined. Vitamins act as catalysts in metabolic processes. Recently it has been proved that some vitamins are an integral part of the active groups of enzymes formed in the body and involved in metabolic processes. The main natural source of vitamins for humans is the plant world. It is in plant cells and tissues that the biosynthesis of most vitamins occurs. Animals' tissues and organs have the ability to synthesize only certain substances from a large group of vitamins. At present about 20 vitamins are known. Most of them are studied chemically and in terms of the role they perform in the body. In addition, a number of substances with vitamin activity have been described, the effect of which has been little studied [3].

A group of vitamins A include several substances that are similar in structure and physiological function. Vitamin A1 (retinol) is formed during the cleavage of yellow-orange plant pigments – carotenoids – in the liver and mucous membrane of the small intestines with the participation of the enzyme carotinases. Carotenoids are provitamins A. Vitamin A1 transforms α -, β -, γ -carotene, cryptoxanthin, and some other carotenoids. The β -carotenoid is the most active, the molecule of which contains two β -ionone rings: When a symmetrical molecule- carotene is split- two molecules of vitamin A1 are exempted. The β -carotene molecule consists of one ion ring and one ionone ring. The composition of the γ -carotene molecule includes the rings of ionone and pseudo ionone [4]. Vitamin E – all tocopherols are isolated from plants and they all have E vitamin activity. In medical practice, the most active of tocopherols, α -tocopherol, is used. It is obtained in a synthetic way and is released in the form of acetate.

In the body, vitamin E serves as an antioxidant. Its antioxidant properties are based on the ability to form stable, low reactive free radicals as a result of the splitting off of the hydrogen atom from the hydroxyl group upon interaction with the active radicals.

Vitamin C-ascorbic acid is highly soluble in water and is a colorless crystalline substance. Ascorbic acid is found in fruits and vegetables (orange, cabbage, lemon, onion, pepper, wrinkled rose, mountain ash, black currant, etc.) The daily requirement of a person in ascorbic acid is 70–100 mg. The lack of ascorbic acid causes the disease – scurvy; changes in the connective tissue are observed; disturbances in the processes of bone formation and cardiac activity [5]. Methods of investigation are the phytochemical analysis of the studied plant conducted according to the generally accepted methods described in the European Pharmacopoeia and harmonized with it by the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan [6].

According to the standard methods of the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan and the Pharmacopoeia of the USSR, the indicators of raw material quality were determined: humidity (6,85 %), total ash (8,2 %), an quantity of basic biologically activity compounds groups: amino acid (10,72 %), polyphenols (3,62 %), tannins (0,22 %), organic acid (1,07 %), coumarins (0,51 %), flavonoids (3,68 %), carbohydrates (3,82 %), alkaloids (0,01 %), saponins (0,94 %).

The vitamin composition of the aboveground part of the *Chenopodium botrys* L. has been studied by the fluorescence method.

Determination of the content of vitamin C is carried out as follows: a sample in an amount of at least 0,3 g (0,3 ml) is placed in a centrifuge tube, the walls of which are covered with powder of citric acid sodium. After centrifuging the sample for 30 minutes at 3000 rpm, it is transferred to another tube and an equal amount of bidistilled water and double amount of a freshly prepared 5 % solution of meta-phosphoric acid are added thereto. The protein precipitate is stirred with a stick and centrifuged for 10 minutes at 3000 rpm. The packing fluid in the amount (0,1–0,5 ml) is introduced into porcelain titration cuvettes (2 parallel samples) and titrated with 0,001 n – 0,0005 n solution of the sodium salt of 2,6-dichlorophenolindophenol from a special micropipette with a capacity 0.1 ml. A «blind» experiment with a 5 % solution of meta-phosphoric acid and bidistilled water (1: 1) was conducted in parallel [7].

To determine the concentration of vitamins A and E, used the method of simultaneous fluorometric analysis.

Add 1 ml of bidistilled water to 0.2 ml (g) of the sample and shake for 30 seconds. After that add 1 ml 96 % of ethyl alcohol and again shake for 30 seconds. Then, adding 5 ml of hexane, repeat the shaking procedure again (similar steps are taken with the standard). After the sample, it is centrifuged for 10 minutes at 1500 rpm. For spectrometry, a clearly separated hexane layer (3 ml) was taken; which can be stored for 2 hours in tightly clogged test tubes in a dark place.

In parallel with the samples of the experimental samples, standard and control (blank) samples are prepared. In standard samples, instead of the prototype, 0.2 ml of a standard solution (tocopherol and retinol acetate in ethanol) is taken. In the control samples, used water instead of the prototypes. Spectrofluorimetry («Hitachi» spectrophotometer, Japan): tocopherol is carried out at an excitation wavelength of 292 nm and a fluorescence of 310 nm; retinol, respectively at 335 and 430 nm [8].

The result of the analysis is given in Table 1 and in Picture 1.

Table 1 – The content of vitamins A, E, C in the areal part of *Chenopodium botrys* L. family of Chenopodiaceae, mg/ 100 g.

Sample name	Vitamin A	Vitamin E	Vitamin C
Areal part	0.174	1.44	10

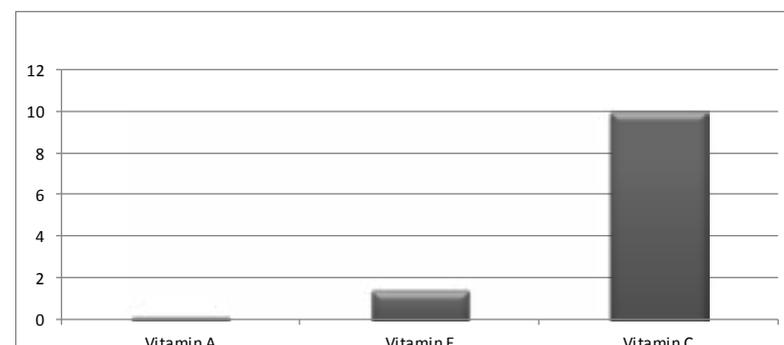


Figure 1 – The content of vitamins C, A, E in *Chenopodium botrys* L. family of Chenopodiaceae plant, %

Thus, as can be seen from Table 1 and Figure 1 in the aboveground part of *Chenopodium botrys* L., vitamin C is dominant in quantitative content, which allows us to consider the elevated part of *Chenopodium botrys* L. as a source of ascorbic acid.

Ascorbic acid takes part in oxidation- reduction processes in tissues, is associated with the glutathione system. From the literature data it is known that in the course of storage the content of vitamin C decreases, since its destruction occurs.

CONCLUSION

As a result of qualitative analysis of the aboveground part of *Chenopodium botrys* L. family of Chenopodiaceae, the presence of basic biologically active substances was established, which determine the pharmacological effect and nutritional value of the plant under study. Quantitative analysis of the active substances of *Chenopodium*

botrys L. family of Chenopodiaceae, growing on the territory of Kazakhstan, showed that thus plant is not inferior in quantitative composition to other medicinal plants. Undoubtedly, the extreme natural and climatic conditions of Kazakhstan contribute to the accumulation of biologically active substances in plants. The elevated content of the active substances of the aboveground part of Chenopodium botrys L., confirms the centuries-old experience of using the object under study in folk medicine.

REFERENCES

- 1 Флора Казахстана. – Алма-Ата : АН Каз ССР, 1958. – Т. 3. – С. 274–281.
- 2 Флора СССР под ред. Коморова. – М–Л., 1936. – Т.6. – С. 2–6.
- 3 **Nicholas, K.** Tonks.PTP1B: From the sidelines to the front lines // FEBS Letters. – 2003. – Vol. – 546. – P. 140–148.
- 4 **Кушманова, О. Д., Ивченко, Г. М.** Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М., 1974. – 424 с.
- 5 **Fatope, J. S.** Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants // Planta Med. – 1981. – Vol. 43. – P. 86–88.
- 6 **Музычкина, Р. А., Корулькин, Д. Ю., Абилов, Ж. А.** Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратов. – Алматы : Қазақ университеті, 2004. – 288 с.
- 7 **Чернаускене, Р. Ч., Варажявичене, С., Грибаускас, З.** Лабораторное дело. – 1984. – № 6. – 365 с.
- 8 **Ettre, L. S.** Chromatographia. – London : Chapman and Hall, 2000. – Vol. 51. – 71 p.

Material received on 23.02.18.

Б. Изім¹, Т. Бердеи², А. К. Кипчакбаева³, Г. А. Сейтимова⁴

Chenopodiaceae chenopodium botrys L.Sp.pL. өсімдігінің жер үсті бөлігін дәруменді құрамын анықтау

^{1,2,3,4}Химия және химиялық технология факультеті,
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, 050000, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

Б. Изім¹, Т. Бердеи², А. К. Кипчакбаева³, Г. А. Сейтимова⁴

Определение витаминного состава в надземной части Chenopodium botrys L.Sp.pL. семейства Chenopodiaceae

^{1,2,3,4}Факультет химии и химических технологий,

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

г. Алматы, 050000, Республика Казахстан.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

Қазақстан табиғаты әр алуан маңызды дәрілік өсімдік түрлеріне бай. Бүкіләлемдік денсаулық сақтау ұйымының мәліметі бойынша, алдағы 10 жылда дәрі-дәрмек көлемі бойынша фитопрепараттардың үлесі шамамен 60 % құрайды. Осыған байланысты соңғы жылдары Қазақстан Республикасының тұзды және құрғақ топырақтарында өсіп, төтенше жағдайларға бейімделген жабайы өсімдіктер бойынша зерттеулер кеңейтілді.

Жоғары эффе́ктивті өсімдік негізіндегі дәрілерді биологиялық активті заттардан және өсімдік ишкізаты негіздегі дәрілік заттардан өндіріп алу жолдары зерттеледі. Өсімдік дәрілік заттарды өндіруде фармацевтикалық технологияда комплексті зерттеу әдестерін қолданылады. Алғаш рет Қазақстанның батыс өңірінде өсетін Chenopodiaceae chenopodium өсімдігіне (гүлденген кезеңіндегі) сапалық, сандық және витамин құрамы зерттелді.

Природа Казахстана богата различными лекарственными травами. По данным всемирной организации здравоохранения, в ближайшие 10 лет, доля фитопрепаратов в объеме лекарственных средств составит около 60%. В связи с этим, в последние годы расширяются исследования дикорастущих растений, широко произрастающих на засоленных и засушливых почвах Республики Казахстан и адаптировавшихся к экстремальным условиям. Потребность в высокоэффективных растительных препаратах обосновывается изучением биологических активных веществ и разработкой лекарственных средств из растительного сырья. В связи с этим наблюдается комплексное исследование внедрения лекарственных растений в фармацевтическую технологию путем создания на их основе препаратов. Впервые исследован качественный, количественный и витаминный состав растения Chenopodiaceae chenopodium семейства заготовленный в фазу цветения в Западно-Казахстанской области.

**А. С. Нұртаза¹, Г. К. Мағзумова², А. И. Мерғалимова³,
А. А. Какимжанова⁴**

¹магистр, мл.науч.сотр., Лаборатория биотехнологии и селекции растений, РГП «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²науч.сотр., Лаборатория биотехнологии и селекции растений, РГП «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³магистрант, Лаборатория биотехнологии и селекции растений, РГП «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁴д.б.н., доцент, зав. лабораторией биотехнологии и селекции растений, РГП «Национальный центр биотехнологии», г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹aid306@mail.ru; ²gulmira-alina@mail.ru; ³ayaulym.m@inbox.ru;

⁴kakimzhanova@biocenter.kz

**ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ IN VITRO ИСЧЕЗАЮЩЕГО ВИДА
ЯБЛОНИ НЕДЗВЕЦКОГО (MALUS NIEDZWETZKYANA)**

В результате проведенных исследований в культуру in vitro введены пазушные почки яблони Недзвецкого (Malus Niedzwetzkyana). Для этого подобрана оптимальная стерилизация эксплантов, подобран состав питательной среды Мурасиге и Скуга для получения микропобегов яблони Недзвецкого.

Для введения в культуру in vitro пазушных почек яблони Недзвецкого подобран вариант 2-х ступенчатой стерилизации с использованием 1,0 % «Доместос» и 1,0 % или 0,5 % «Белизна». Процент регенерации варьировал от 60 % до 90 %.

Для культивирования пазушных почек яблони Недзвецкого подобран состав питательной среды Мурасиге и Скуга (вариант 1) с добавлением гормонов: 6-бензиламинопурина 1,0 мг/л и индолмасляная кислота 0,2 мг/л. На данной питательной среде образование основного побега наблюдалось у 80 % эксплантов.

Ключевые слова: яблоня Недзвецкого, микроклональное размножение, in vitro, пазушные почки, микропобеги.

ВВЕДЕНИЕ

Индустриальное развитие, демографический рост в Республике Казахстан положительно сказывается на экономике государства. Но, к сожалению, негативно влияет на окружающую среду. В связи с этим, в Республике проводят комплексные работы по переходу страны к «зеленой экономике», которая включает в себя множество мероприятий и программ. Одним из ключевых задач является сохранение и улучшение экологического состояния городов с помощью озеленения.

Озеленение положительно влияет на очищение воздуха и декоративно-эстетическое оформление населенных мест. Поэтому большое значение имеет подбор, улучшение и обогащение ассортимента растений, используемых в озеленении [1]. Деревесные насаждения являются одними из механизмов стабилизации экологической обстановки в городах [2].

Для озеленения городов активно используют многочисленные дикорастущие мелкоплодные виды и формы яблонь. Это связано с комплексом биологических положительных признаков и свойств, декоративных видов яблонь, таких как, высокая устойчивость к засухе, зимостойкость, морозоустойчивость [3]. Более того, эта культура в течение всего вегетационного периода сохраняет красоту и декоративность [4].

Одним из декоративных, ценных и актуальных видов является яблоня Недзвецкого (*Malus Niedzwetzkyana*), которая используется для озеленения. Яблоня Недзвецкого дерево высотой до 6 м, крона широкая, приподнятая, диаметром до 4 м. Цветки собраны в малоцветковый зонтик. Бутоны фиолетово-красные. Осенняя окраска листьев буро-красная с пурпурным оттенком [5]. Французский садовод Тиллье Л. в своих работах писал, что яблоня Недзвецкого не имеет себе равных в декоративном садоводстве Европы. Резкий отличительный признак яблони Недзвецкого это образование пигмента антоциана во многих частях растения, который у нее, в отличие от других видов яблони, синтезируется в течение всего вегетационного периода: плоды с красной окраской кожицы, мякоти и семян, цветки красного, листья (в особенности молодые) фиолетово-красноватого цвета, даже молодая кора и древесина имеют красноватый оттенок [6].

В Красной книге Казахстана яблоня Недзвецкого (*Malus Niedzwetzkyana*) указана в статусе очень редкого вида, находящегося под угрозой исчезновения. Традиционным способом биологическое разнообразие сохраняют путем создания заповедников, заказников, национальных парков и других природоохранных территорий [7]. Однако, размножение яблони Недзвецкого традиционными способами очень затруднительно, так как, черенки укореняются очень трудно и

требуют особого внимания к периоду времени года, температуры и условий выращивания [1].

В настоящее время эти проблемы можно решить, используя современные биотехнологические методы. Одним из таких методов является микроклональное размножение растений. Этот метод имеет ряд преимуществ и очень удобен в реализации. Данный метод имеет следующие преимущества: множественность, быстрота и высокий коэффициент размножения; оздоровление посадочного материала; экономия используемой площади; получение материала в течение всего года; тотипотентность растений. Клональным микроразмножением различных видов яблонь занимаются ученые России [8, 9, 10], Китая [11], Японии [12], Ирана [13, 14], Турции [15].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследований для микроклонального размножения использовали пазушные почки яблони Недзвецкого. Для введения *in vitro* использовали растительный материал из дендрологического сада Астаны. Исходным материалом служили пазушные почки размером 0,5–1,0 см однодвухлетних побегов яблони Недзвецкого. Пазушные почки срезали секатором с целью уменьшения стресса для деревьев. Для долговременного хранения материала, пазушные почки хранили в холодильнике при температуре +4°C.

Для введения в культуру *in vitro* использовали методы – стерилизация и введение пазушных почек в культуру *in vitro*.

Для получения асептической культуры яблони Недзвецкого подбирали варианты стерилизации. Для этого пазушные почки срезали длиной 1,0–1,5 см и тщательно промывали мыльным раствором под проточной водой. Эту процедуру повторяли до полного очищения от внешней пыли и грязи.

После этого растительный материал стерилизовали в 2 этапа: в стерильных и не стерильных условиях. На 1 этапе пазушные почки яблони Недзвецкого промывали в растворе 0,5 %, 1,0 %, 2,0 % или 3,0 % коммерческого «Доместос» (5 % гипохлорит натрия) в течение 10 минут с детергентом «Твин 20» (Tween 20, вязкая жидкость, монолаурат полиоксиэтиленсорбитан) (2 капли), затем тщательно промывали под проточной водой. Стерилизация на 2 этапе проходила в условиях ламинар-бокса, для этого использовали раствор коммерческой «Белизна» (5 % хлор) в концентрации 0,5 %, 1,0 % или 1,5 % в течение 5 минут. Далее пазушные почки промывали несколько раз стерильной дистиллированной водой и высушивали на стерильной фильтровальной бумаге.

Готовые стерильные пазушные почки высаживали на искусственные питательные среды, предварительно обновив срез и очистив от внешней чешуи, не повреждая апикальную меристему.

Для получения основного побега в культуре *in vitro* использовали питательную среду МС (Мурасиге-Скуга) с добавлением 2 % сахарозы и в сочетании с разными регуляторами роста. рН питательной среды устанавливали от 5,7 до 5,8 до автоклавирования при 121 °С, регуляторы роста добавляли после стерилизации. Высаженные экспланты культивировали при условиях 24–26 °С, 16/8 фотопериодичностью.

Результаты исследований и их обсуждение

Стерилизация пазушных почек яблони Недзвецкого для введения в культуру in vitro.

Использование подходящего режима при стерилизации пазушных почек позволит получить асептическую и жизнеспособную культуру для дальнейшего микроклонального размножения. Успех стерилизации зависит от правильного подбора дезинфицирующих средств. Так как, при этом процессе нужно освободить растительный материал от грибных и вирусных инфекций, не навредив жизнеспособности пазушных почек.

Для более эффективной стерилизации пазушных почек яблони Недзвецкого использовали 2 этапа. На 1 этапе пазушные почки освобождали от внешних загрязнений. Для этого исследовали 4 варианта концентрации дезинфицирующего средства «Доместос» с добавлением Твин 20. Пазушные почки размером 1,0-1,5 см яблони Недзвецкого промывали в 0,5 %, 1,0 %, 2,0 % или 3,0 % растворе «Доместос» в течение 10 минут (таблица 1).

Второй этап стерилизации проводили в условиях ламинар-бокса. В качестве стерилизующего вещества использовали растворы коммерческой «Белизна» в 3-х концентрациях: 0,5 %, 1,0 % или 1,5 %. Стерилизовали пазушные почки в течение 5 минут, затем промывали стерильной дистиллированной водой 4–5 раз и высушивали на стерильной фильтровальной бумаге (таблица 1). После стерилизации пазушные почки высаживали на питательную среду МС, индуцирующая образование основного побега в культуре *in vitro*. Итого было исследовано 9 вариантов стерилизации в 10 повторностях по каждому варианту.

Таблица 1 – Подбор условий стерилизации пазушных почек яблони Недзвецкого

Вариант	Варианты ступенчатой стерилизации	Количество почек введенных в культуру <i>in vitro</i> , шт	Количество регенерированных эксплантов, шт	Процентное соотношение, %
1	«Доместос» 0,5% и 0,5% «Белизна»	10	1	10%
2	«Доместос» 1,0% и 0,5% «Белизна»	10	6	60%
3	«Доместос» 1,0% и 1,0% «Белизна»	10	9	90%
4	«Доместос» 1,0% и 1,5% «Белизна»	10	3	30%
5	«Доместос» 2,0% и 0,5% «Белизна»	10	2	20%
6	«Доместос» 2,0% и 1,0% «Белизна»	10	-	-
7	«Доместос» 2,0% и 1,5% «Белизна»	10	-	-
8	«Доместос» 3,0% и 0,5% «Белизна»	10	-	-
9	«Доместос» 3,0% и 1,0% «Белизна»	10	-	-
10	«Доместос» 3,0% и 1,5% «Белизна»	10	-	-

В результате исследований наибольший процент выживших пазушных почек наблюдали при стерилизации 1,0 % раствором «Доместос» в течение 10 минут. Приживаемость регенерированных эксплантов варьировала от 30 % до 90 %, в зависимости от концентрации раствора «Белизна».

Высокий процент регенерации 90 % получено после обработки 1 % раствором «Белизна», при использовании 0,5 % раствора регенерация составила 60 %. На 4-ом варианте прижилось только 30 % пазушных почек, так как, при повышении концентрации «Белизна» до 1,5 % наблюдали ожог экспланта. При увеличении концентрации «Доместос» с 2 % до 3 % приводило к сильному ожогу и гибели эксплантов яблони Недзвецкого. Стерилизация 1-ым вариантом «Доместос» 0,5 % и 0,5 % «Белизна» была не эффективной. Зараженность грибной инфекцией составила 90 %.

Таким образом, для получения жизнеспособных стерильных пазушных почек яблони Недзвецкого лучше использовать 2-х этапную стерилизацию: 1,0 % «Доместос» и 1,0 % или 0,5 % «Белизна».

*Подбор состава питательной среды для введения в культуру *in vitro* пазушных почек яблони Недзвецкого*

Для образования основного побега из пазушной почки в культуре *in vitro* подбирали питательные среды. Основной питательной средой была МС с добавлением различных гормонов. Основная цель использования экзогенных гормонов – это восстановить и возобновить работу эндогенных гормонов в растительном материале. Так как, при введении в культуру *in vitro* отделенная ткань выходит из-под контроля организма и гормональный баланс нарушается. При получении клонов растений подбор экзогенных гормонов и их концентрации являются одними из главных факторов роста растений в культуре *in vitro* [10, 11, 16, 17].

Для подбора состава питательной среды МС для введения в культуру пазушных почек яблони Недзвецкого были изучены гормоны БАП (6-бензиламинопурин), ИМК (индолилмасляная кислота), кинетин и зеатин в различных концентрациях. Изучили 4 варианта гормонов: 1 вариант – МС с добавлением 1,0 мг/л БАП и 0,2 мг/л ИМК; 2 вариант – МС с добавлением 0,1 мг/л зеатина; 3 вариант – МС с добавлением 0,5 мг/л БАП; 4 вариант – МС с добавлением 1,0 мг/л БАП и 3,0 мг/л кинетина.

Стерильную пазушную почку яблони Недзвецкого использовали в качестве экспланта для образования и роста основного побега. Для подбора состава питательной среды МС высаживали по каждому варианту по 10 пазушных почек размером от 0,5 до 1,0 см. Через 25–35 дней наблюдали рост микропобега с образованием небольшого количества листьев (Таблица 2).

Таблица 2 – Подбор состава питательной среды для введения в культуру *in vitro* пазушных почек яблони Недзвецкого

Вариант	Состав и концентрация гормонов в среде МС	Культивируемые экспланты, шт	Регенерированные экспланты, шт	Процентное соотношение, %
1	БАП 1,0 мг/л и ИМК 0,2 мг/л	20	16	80
2	Зеатин 0,1 мг/л	20	-	-
3	БАП 0,5 мг/л	20	9	45
4	БАП 1,0 мг/л и кинетин 3,0 мг/л	20	10	50

В результате работы наиболее эффективным вариантом является 1-ый вариант, где использовали гормоны БАП 1 мг/л и ИМК 0,2 мг/л. Процент регенерации составил 80 %. Образовавшиеся основные микропобеги использовали для микроклонального размножения (Рисунок 1, 2).

Гормоны БАП в концентрации 0,5 мг/л и БАП 1,0 мг/л с 3,0 мг/л кинетина можно использовать в качестве альтернативы для введения в культуру *in vitro*

пазушных почек яблони Недзвецкого. Использование гормона зеатин во 2-ом варианте не индуцировало образование основного побега.



Рисунок 1 – Культивирование стерилизованной пазушной почки яблони Недзвецкого



Рисунок 2 – Образование основного побега яблони Недзвецкого

Таким образом, оптимальным составом питательной среды для введения в культуру *in vitro* пазушных почек яблони Недзвецкого является среда МС с добавлением БАП 1,0 мг/л и ИМК 0,2 мг/л.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что для получения жизнеспособных стерильных пазушных почек яблони Недзвецкого лучше использовать 2-х этапную стерилизацию с использованием 1,0% «Доместос» и 1,0% или 0,5% «Белизна». На данном варианте процент регенерации составлял от 60% до 90%.

Подобран оптимальный состав питательной среды МС для введения в культуру *in vitro* пазушных почек яблони Недзвецкого. Лучший результат был получен на питательной среде МС с добавлением 1,0 мг/л БАП и 0,2 мг/л ИМК. На этом варианте процент образования основного побега составил 80%.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Всемирного Банка в рамках проекта «Коммерциализация технологии микрклонального размножения древесных растений для промышленного использования в озеленении городов».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Яременко, Л. М.** Биологические особенности декоративных видов рода яблоня (*Malus* Mill.) и перспективы их использования. Дисс. канд. биол. наук. – Киев, 1964. – 3 с.
- 2 Бухарина, И. Л.** Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбосреды // Проблемы прикладной экологии. – 2008. – Т. 10. – № 2. – С. 607–612.
- 3 Мамалова, Х. Э.** Биологическая и хозяйственная оценка перспективных сортов яблони в условиях Чеченской Республики. Дисс. канд. с.-х. наук. – Грозный, 2015. – С. 10–12.
- 4 Иванова, Е. В.** Декоративные яблони в озеленении населенных мест Белгородской области // Белгородский агромир. – № 7. – С. 27–30.
- 5 Иванова, Е. В., Сорокопудов, В. Н.** Морфологические особенности видов рода *Malus* (L.) Mill при интродукции в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 85–91.
- 6 Соломатин, Н. М., Соломатина, Е. А., Иванова, Е. В.** Селекция яблони на декоративные качества в условиях центрально-черноземной зоны // Научные ведомости. – 2012. – № 21. – С. 68–72.
- 7 Чурикова, О. А.** Создание и поддержание коллекции яблони в стерильной культуре // Архивариус. – 2015. – № 2. – Т. 1. – С. 12–15.
- 8 Желтикова, Л. В., Верзилин, А. В., Шорников, Д. Г.** Подбор и анализ наиболее благоприятных условий для клонального микроразмножения некоторых сортов яблони // Вестник МичГАУ. – 2013. – № 1. – С. 17–20.
- 9 Фролова, Л. В.** Оптимизация некоторых этапов клонального микроразмножения яблони // Плодоводство и ягодоводство России. – С. 250–254.
- 10 Надеева, Я. Н., Желтикова, Л. В., Верзилин, А. В.** Эффективность инновационных технологий в садоводстве // Вестник МичГАУ. – 2014. – № 4. – С. 915–20.
- 11 Sun, Q. R., Sun, H. Y., Bell, R. L., Li, L. G., Xin, L., Tao, J. H., Li, Q.** Optimisation of the media for *in vitro* shoot proliferation and root induction in three new cold-hardy and dwarfing or semi-dwarfing clonal apple rootstocks // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. – 2015. – P. 381–388.
- 12 Dobranszki, J., Teixeira da Silva, J.** Micropropagation of apple – A review // Biotechnology advances. – № 28. – 2010. – P. 462–488.
- 13 Dastjerf, Z. H., Jabbarzadeh, Z., Marandi, R. J.** Interaction Effects of Chitosan, Benzyladenine, and Gibberellic Acid on *in vitro* Proliferation of M26 Apple Rootstock // Hort. Environ. Biotechnol. – № 54 (6). – 2013. – P. 538–547.

14 **Bahmani, R., Gholami, M., Abdollahi, H., Karami, O.** The effect of carbon source and concentration on in vitro shoot proliferation of MM.106 Apple Rootstock // Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology. – 2009. – P. 35–37.

15 **Mert, C., Soylu, A.** Shoot location and collection time effects on meristem tip culture of some apple root stocks // Pac. J. Bot. – № 42 (1). – 2010. – P. 549–557.

16 **Бунцевич, Л. Л., Киян, А. Т., Беседина, Е. Н., Костюк, М. А.** Оптимизация питательных сред при клональном микроразмножении подвоев яблони серии ск // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – С. 46–51.

17 **Bommineni, V. R., Mathews, H., Samuel, S. B., Kramer, M., Wagner, D. R.** A new method for rapid in vitro propagation of apple and pear // Hort. Science. – № 36 (6). – 2001. – P. 1102–1106.

Материал поступил в редакцию 23.02.18.

A. S. Nurtaza¹, G. K. Magzumova², A. I. Mergalimova³, A. A. Kakimzhanova⁴
Жоғалып бара жатқан Недзвецкий алма ағашын (Malus Niedzwetzkyana) in vitro жағдайында өсіру

^{1,2,3,4}Өсімдіктер селекциясы және биотехнологиясы зертханасы,
РМК «Ұлттық биотехнология орталығы»,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 23.02.18 баспаға түсті.

A. S. Nurtaza¹, G. K. Magzumova², A. I. Mergalimova³, A. A. Kakimzhanova⁴
Introduction of the disappearing species of the Niedzwetzky's apple (Malus Niedzwetzkyana) into in vitro culture

^{1,2,3,4}Laboratory of Plants Biotechnology and Breeding,
RSE «National Center for Biotechnology»,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 23.02.18.

Зерттеулер нәтижесінде Недзвецкий алма ағашының (Malus Niedzwetzkyana) қолтық бүршігі in vitro мәдениетіне енгізілді.

Ол үшін экспланттарды зарарсыздандырудың оптималды варианты таңдалды, микрооркендерді алу үшін Мурасиге және Скуга қоректік орта құрамы оңтайландырылды.

Недзвецкий алма ағашының қолтық бүршіктерін in vitro мәдениетіне енгізу үшін, 2 сатылы зарарсыздандыру нұсқасы 1,0 % «Domestos» және 1,0 % немесе 0,5 % «Белизна» пайдалану арқылы таңдап алынды. Регенерация пайызы 60 % -дан 90 % -ға дейін өзгерді.

Недзвецкий алма ағашының қолтық бүршігін өсіру үшін, Мурасиге және Скуга қоректік орта құрамына (1-нұсқа) гормондарды қосу арқылы таңдалды: 6-бензиламинопурин 1,0 мг/л және индоліл қышқылы 0,2 мг/л. Бұл қоректік ортада микрооркендердің пайда болуы экспланттардың 80 % байқалды.

As a result of the studies, in vitro axillary buds of the Niedzwetzky's apple (Malus Niedzwetzkyana). For this purpose, the optimal sterilization of explants was selected, the composition of the nutrient medium Murasige and Skoog was chosen to obtain microshoot of the apple tree.

For the introduction of axillary buds of the apple tree into the in vitro culture, an option of 2-step sterilization was selected by using 1,0 % «Domestos» and 1,0 % or 0,5 % «Whiteness». The percentage of regeneration ranged from 60 % to 90 %.

For the cultivation of apple tree axillary buds, composition of the nutrient medium Murashige and Skoog (variant 1) were selected with the addition of hormones: 6-benzylaminopurine 1,0 mg/l and indolyl-butyric acid 0,2 mg/l. On this nutrient medium, the formation of the main shoot was observed in 80 % of the explants.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПГУ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА
(«ВЕСТНИК ПГУ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»,
«КРАЕВЕДЕНИЕ»)

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в

1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **12 страниц печатного текста**.
Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Статья должна содержать:

1 **ГРНТИ** (Государственный рубрикатор научной технической информации);

2 **Инициалы и фамилия** (-и) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, см. образец);

3 **Ученую степень, ученое звание;**

4 **Аффилиация** (факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, область, страна, почтовый индекс) – на казахском, русском и английском языках;

5 **E-mail;**

6 **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, заглавными прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, на трех языках: русский, казахский, английский, см. образец);

7 **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском языках (рекомендуемый объем аннотации – не менее 100 слов, прописными буквами, нежирным шрифтом 12 кегль, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

8 **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на языке публикуемого материала: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

9 **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

– слово **ВВЕДЕНИЕ / КІРІСПЕ / INTRODUCTION** (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре см. образец*).

Необходимо отразить результаты предшествующих работ ученых, что им удалось, что требует дальнейшего изучения, какие есть альтернативы (если нет предшествующих работ – указать приоритеты или смежные исследования). Освещение библиографии позволит отгородиться от признаков заимствования и присвоения чужих трудов. Любое научное изыскание опирается на предыдущие (смежные) открытия ученых, поэтому обязательно ссылаться на источники, из которых берется информация. Также можно описать методы исследования, процедуры, оборудование, параметры измерения, и т.д. (не более 1 страницы).

– слова **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ / НЕГІЗГІ БӨЛІМ / MAIN PART** (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Это отражение процесса исследования или последовательность рассуждений, в результате которых получены теоретические выводы. В научно-практической статье описываются стадии и этапы экспериментов или опытов, промежуточные результаты и обоснование общего вывода в виде математического, физического или статистического объяснения. При необходимости можно изложить данные об опытах с отрицательным результатом. Затраченные усилия исключают проведение аналогичных испытаний в дальнейшем и сокращают путь для следующих ученых. Следует описать все виды и количество отрицательных результатов, условия их получения и методы его устранения при необходимости. Проводимые исследования предоставляются в наглядной форме, не только экспериментальные, но и теоретические. Это могут быть таблицы, схемы, графические модели, графики, диаграммы и т.п. Формулы, уравнения, рисунки, фотографии и таблицы должны иметь подписи или заголовки (*не более 10 страниц*).

– слово **ВЫВОДЫ / ҚОРЫТЫНДЫ / CONCLUSION** (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Собираются тезисы основных достижений проведенного исследования. Они могут быть представлены как в письменной форме, так и в виде таблиц, графиков, чисел и статистических показателей, характеризующих основные выявленные закономерности. Выводы должны быть представлены без интерпретации авторами, что дает другим ученым возможность оценить качество самих данных и позволит дать свою интерпретацию результатов (не более 1 страницы).

10 Список использованных источников включает в себя:

– слово **СПИСОКИСПОЛЬЗОВАННЫХИСТОЧНИКОВ/ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ / REFERENCES** (*Нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами для кругозора читателям, как смежные работы, проводимые параллельно. Рекомендуемый объем не более чем из 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Статья и список литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (*см. образцу*).

11 Иллюстрации, перечень рисунков и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

12 Математические формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (*каждая формула – один объект*).

На отдельной странице (после статьи)

В бумажном и электронном вариантах приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

Информация для авторов

Все статьи должны сопровождаться **двумя рецензиями** доктора или кандидата наук для всех авторов. Для статей, публикуемых в журнале «Вестник ПГУ» химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

При необходимости статья возвращается автору на доработку. За содержание статьи несет ответственность Автор.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально).

Статью (бумажная, электронная версии, оригиналы рецензий и квитанции об оплате) следует направлять по адресу:

140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137.

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

E-mail: kereku@psu.kz

Оплата за публикацию в научном журнале составляет **5000 (Пять тысяч) тенге.**

РГП на ПХВ Павлодарский
государственный университет имени
С. Торайгырова
РНН 451800030073
БИН 990140004654

АО «Цеснабанк»
ИИК KZ57998FTB00 00003310
БИК TSESKZK A
Кбе 16
Код 16
КНП 861

РГП на ПХВ Павлодарский
государственный университет имени
С. Торайгырова
РНН 451800030073
БИН 990140004654

АО «Народный Банк Казахстана»
ИИК KZ156010241000003308
БИК HSBKZZKX
Кбе 16
Код 16
КНП 861

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ:

ГРНТИ 396.314.3

А. Б. Есимова

к.п.н., доцент

Гуманитарно-педагогический факультет,

Международный Казахско-Турецкий университет имени Х. А. Ясави,

г. Туркестан, 161200, Республика Казахстан

e-mail: ad-ad_n@mail.ru

**СЕМЕЙНО-РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ
В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА**

В статье рассматриваются вопросы, связанные с кодификацией норм устной речи в орфоэпических словарях, являющихся одной из отраслей ортологической лексикографии. Проводится анализ составления первых орфоэпических словарей, говорится о том, что в данных словарях большее внимание уделяется устной орфографии в традиционном применении, а языковые нормы устной речи остались вне внимания. Также отмечается, что нормы устной речи занимают особое место в языке программ средств массовой информации, таких как радио и телевидение, и это связано с тем, что диктор читает свой текст в микрофон четко по бумажке. В статье также выявлены отличия устной и письменной речи посредством применения сравнительного метода, и это оценивается как один из оптимальных способов составления орфоэпических словарей.

Ключевые слова: репродуктивное поведение, семейно-родственные связи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отрасль мобильной робототехники переживает бурное развитие. Постепенно среда проектирования в области мобильной ...

Продолжение текста

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На современном этапе есть тенденции к стабильному увеличению студентов с нарушениями в состоянии здоровья. В связи с этим появляется необходимость корректировки содержания учебно-тренировочных занятий по физической культуре со студентами, посещающими специальные медицинские группы в ...

Продолжение текста публикуемого материала

ВЫВОДЫ

В этой статье мы представили основные спецификации нашего мобильного робототехнического комплекса...

Продолжение текста

Пример оформления таблиц, рисунков, схем:

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

	СКР, 1999 г.	СКР, 1999 г.
Всего	1,80	2,22

Диаграмма 1 – Показатели репродуктивного поведения

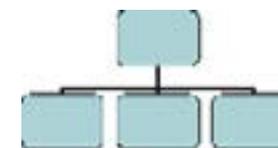
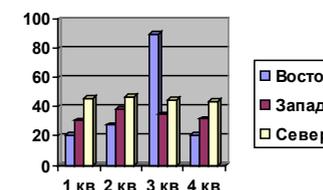


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Эльконин, Д. Б. Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2-е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).

2 Фришман, И. Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.

3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587.

4 http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/4/#part_0.

A. B. Yesimova

Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде

Гуманитарлық-педагогикалық факультеті,
Қ. А. Ясави атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті,
Түркістан қ., 161200, Қазақстан Республикасы.

A. B. Yesimova

The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors

Faculty of Humanities and Education,
K. A. Yesevi International Kazakh-Turkish University,
Turkestan, 161200, Republic of Kazakhstan.

Мақалада ортологиялық лексикографияның бір саласы – орфоэпиялық сөздіктердегі ауызша тіл нормаларының кодификациялануымен байланысты мәселелер қарастырылады. Орфоэпиялық сөздік құрастырудың алғашқы тәжірибелері қалай болғаны талданып, дәстүрлі қолданыстағы ауызша емлесімен, әсіресе мектеп өмірінде жазба сөзге ерекше көңіл бөлініп, ал ауызша сөздің тілдік нормалары назардан тыс қалғаны айтылады. Сонымен қатар ауызша сөз нормаларының бұқаралық ақпарат құралдары – радио, телевизия хабарлары тілінде ерекше орын алуы микрофон алдында диктордың сөзді қағаз бойынша нақпа-нақ, тақпа-тақ айтуымен байланысты екені атап көрсетіледі. Сөздікте ауызша сөзбен жазба сөздің салғастыру тәсілі арқылы олардың айырмасын айқындағаны айтылып, орфоэпиялық сөздік құрастырудың бірден-бір оңтайлы жолы деп бағаланады.

The questions, related to the norms of the oral speech codification in pronouncing dictionary are the one of the Orthologous Lexicography field, are examined in this article. The analysis of the first pronouncing dictionary is conducted, the greater attention in these dictionaries is spared to verbal orthography in traditional application, and the language norms of the oral speech remained without any attention. It is also marked that the norms of the oral speech occupy the special place in the language of media programs, such as radio and TV and it is related to that a speaker reads the text clearly from the paper. In the article the differences of the oral and writing language are also educed by means of application of comparative method and it is estimated as one of optimal methods of the pronouncing dictionary making

Теруге 23.02.2018 ж. жіберілді. Басуға 06.03.2018 ж. қол қойылды.

Пішімі 70x100 ¹/₁₆. Кітап-журнал қағазы.

Шартты баспа табағы 8,11

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. С. Исакова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Қ. Б. Жетписбай

Тапсырыс № 3175

Сдано в набор 23.02.2018 г. Подписано в печать 06.03.2018 г.

Формат 70x100 ¹/₁₆. Бумага книжно-журнальная.

Усл.п.л. 8,11. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка З. С. Исакова

Корректоры: А. Р. Омарова, К. Б. Жетписбай

Заказ № 3175

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@psu.kz