

---

---

**Раздел 5**

**Химические  
технологии.  
Безопасность  
жизнедеятельности**

УДК 620.19

А.И. АЛМАЗОВ, Д. ВОРОНИН, Т. ТУШИЕВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ НА ПРОТИВОКОРРОЗИОННУЮ ЗАЩИТУ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Аннотации.** Статья посвящена исследованиям в области коррозии и защиты металлов, а именно влиянию различных видов ингибиторов кислотного травления на противокоррозионную защиту промышленного оборудования.

**Ключевые слова:** коррозия, ингибитор, защита, травление, серная кислота, промышленное оборудование.

Один из достаточно эффективных путей борьбы с коррозией – уменьшение агрессивности коррозионной среды путем введения в нее в относительно небольших количествах специальных веществ, получивших название ингибиторов или замедлителей коррозии.

Защиту ингибиторами применяют в системах с постоянным или мало обновляемым объемом коррозионной среды, например в резервуарах, цистернах, паровых котлах, системах охлаждения, химических аппаратах, травильных ваннах для снятия окалины, а также при хранении и транспортировке металлических изделий.

По своей природе ингибиторы могут быть неорганическими и органическими веществами. Различают ингибиторы для растворов и для газовой атмосферы. Первые используют для защиты металлов в жидких средах, вторые – для борьбы с атмосферной коррозией [1,5].

Ингибиторы кислотной коррозии широко применяются в ряде отраслей промышленности, где в качестве рабочих сред используются кислоты и кислые среды. Их используют в металлургической (травление проката), нефтегазодобывающей (солянокислотная обработка скважин), металлообрабатывающей (травление с целью подготовки поверхности под покрытия) и других отраслях промышленности. Введенные в кислые среды, ингибиторы не только эффективно замедляют скорость растворения, предохраняют стали от коррозионного растрескивания, сохраняют механические свойства металла, что на сегодняшний момент является наиболее актуальной задачей [2,3].

Применение ингибиторов позволяет интенсифицировать технологический процесс, улучшить качество продукции, получить значительный экономический эффект.

Предметом исследования являлось исследование эффективности действия ингибиторов на коррозионную стойкость стали в среде 7н серной кислоты.

При выполнении работы применялась методика определения показателей коррозионной стойкости объемным методом.

Научная новизна

Была исследована эффективность действия различных ингибиторов на скорость коррозии стали марки Ст.3 в среде 7н серной кислоты.

В качестве ингибиторов коррозии применялись следующие вещества:

1 серия опытов – Уротропин, мочевины, тиомочевина;

2 серия опытов – Хлорид, бромид и йодид калия.

Произведена их сравнительная характеристика.

Практическая значимость исследования заключается в выборе наиболее эффективного ингибитора коррозии, т.к. проблема борьбы с коррозией металла в последнее время приобретает все большее значение, что в основном обусловлено возрастанием экономических потерь от коррозии, которые соизмеримы с капитальными вложениями некоторых отраслей промышленности [4,6].

**Экспериментальная часть**

Испытания проводили на образцах стали марки Ст.3 в растворе 7н. серной кислоты без ингибитора и ингибитором. Определение скорости коррозии по количеству выделившегося водорода проводится методом, при котором водород вытесняет раствор. Этот метод очень удобен, помимо простоты, точности и возможности измерять очень небольшое количество выделившегося водорода, он позволяет непрерывно следить за изменением скорости коррозии.

При выполнении испытания проводят следующие операции:

- 4 образца зачищают наждачной бумагой, промывают и обезжиривают в этилацетате;
- В 4 стакана наливают 200 мл. 7н. серной кислоты и в трех из них растворяют по 1 грамму соответствующего ингибитора ( в одном стакане раствор без ингибитора).
- В стаканы с растворами кислот помещают образцы, опускают туда бюретки с воронками и с помощью резиновой груши заполняют их раствором.
- Отмечают время начала опыта и соответствующее этому моменту положение жидкости в бюретке. Измерение количества выделившегося водорода производят через каждые 5 минут в течение 30 минут, данные заносят в таблицу 1,2 [7].

Таблица 1. Измерение количества выделившегося водорода

Время опыта, мин	Объем водорода, мл. 1 образец Ингибитор KCl	Объем водорода, мл. 2 образец Ингибитор KBr	Объем водорода, мл. 3 образец Ингибитор KJ	Объем водорода, мл. 4 образец Чистая 7н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
0	0	0	0	0
5	0,4	0,05	0	5,2
10	0,8	0,15	0,05	5,5
15	1,1	0,30	0,10	6,0
20	1,4	0,45	0,15	6,4
25	1,6	0,55	0,15	6,8
30	1,8	0,65	0,15	7,1

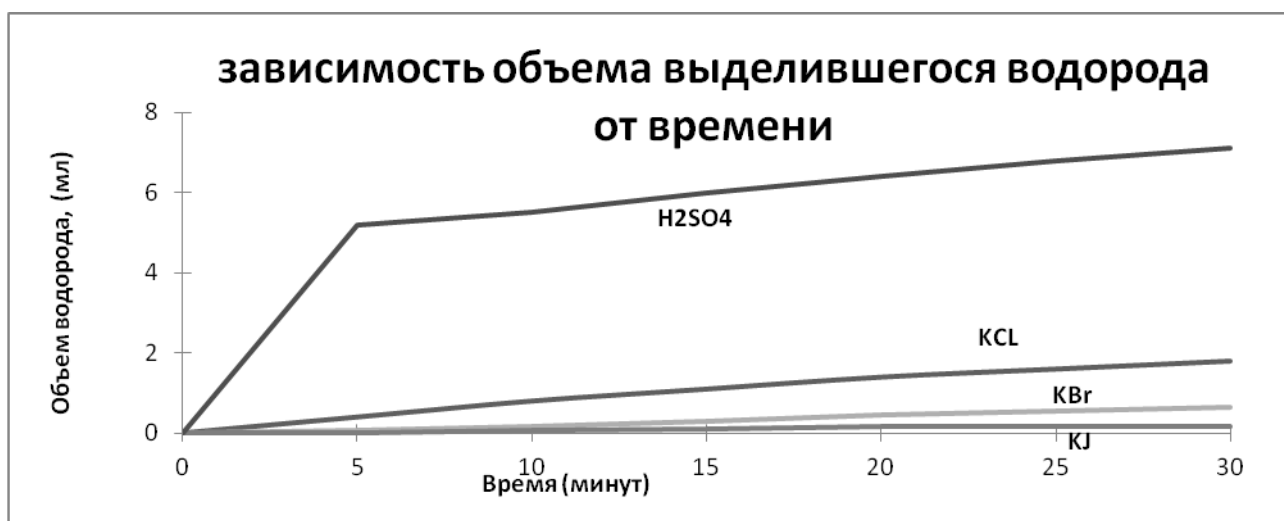


Рисунок 1. График зависимости объема выделившегося водорода от времени

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Таблица 2. Измерение количества выделившегося водорода

Время опыта, мин	Объем водорода, мл. 1 образец Ингибитор Уротропин	Объем водорода, мл. 2 образец Ингибитор Мочевина	Объем водорода, мл. 3 образец Ингибитор Тиомочевина	Объем водорода, мл. 4 образец Чистая 7н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
0	0	0	0	0
5	0	0,5	0,1	5,2
10	0	0,6	0,2	5,5
15	0	0,8	0,2	6,0
20	0	1,1	0,2	6,4
25	0	1,4	0,3	6,8
30	0,01	1,4	0,4	7,1

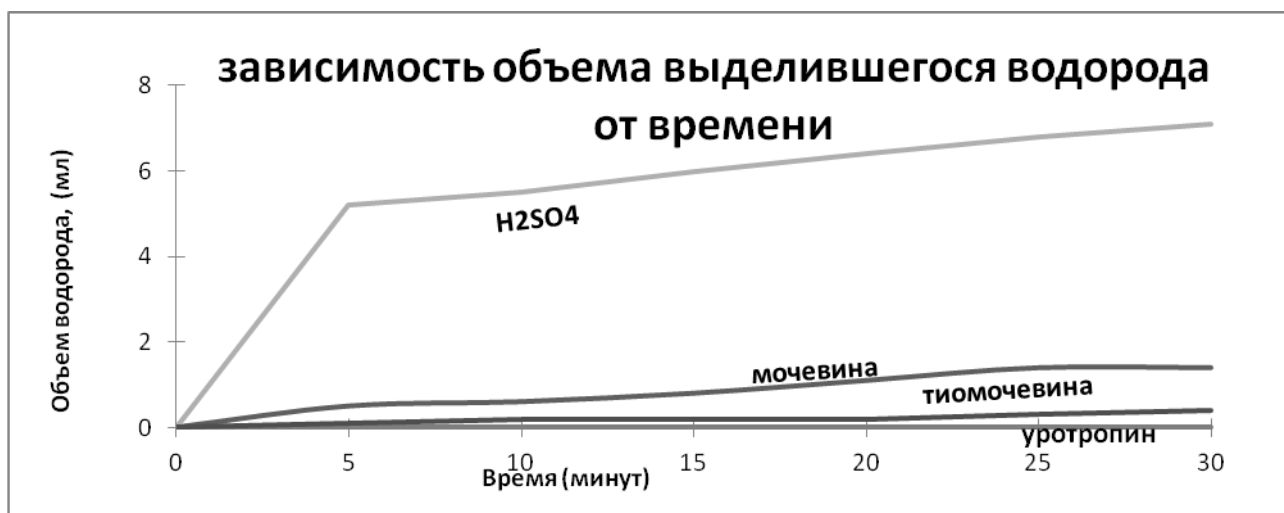


Рисунок 2. График зависимости объема выделившегося водорода от времени

### Заключение

В ходе серии экспериментов было выяснено, что наиболее эффективным ингибитором коррозии стали в среде серной кислоты в 1 серии испытаний является йодид калия в виду того, что его эффективность во многом превосходит эффективность других ингибиторов, таких как бромид и хлорид калия. Это наглядно доказывает график зависимости объема выделившегося водорода от времени (рисунок 1). По результатам 2 серии экспериментов можно сделать выводы об эффективности таких ингибиторов как уротропин, мочевина и тиомочевина. Как видно из графика (рисунок 2) наиболее эффективным является уротропин.

При сравнении двух серий экспериментов можно сделать вывод, что наиболее целесообразно использовать в качестве ингибитора кислотного травления стали марки Ст.3 уротропин т.к. данный ингибитор показал наиболее высокие показатели противокоррозионной защиты.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002г. – 336с.

## **Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

2 Коррозия конструкционных материалов: Справочник / Под ред. В.В. Батракова. –М.: Металлургия, 1990. Т. 1. 344 с; Т.2. 320 с.

3 Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей, сплавов и чистых металлов: Справочник. 5-е изд. - М.: Металлургия, 1990г. –320 с.

4 Шлугер М.А., Ажогин Ф. Ф., Ефимов М. А., Коррозия и защита металлов, М., 1981

5 Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Металлургия, 1976 г. – 472с.

6 Мамулова Н.С, Сухотин А.М., Сухотина Л.П., Флорианович Г.М., Яковлев А.Д. Все о коррозии: Справочник. –С-Пб.: Химиздат, 2000г. – 517 с.

7 Блинова Н.Н. Коррозия и защита металлов. Учебное пособие. Алматы, 2001г. – 111с.

А.И. Алмазов, Д. Воронин, Т. Тушиев

### **Әсері тежегіштерін қорғауға өнеркәсіп жабдықтарын коррозияға қарсы**

**Аңдатпа.** Мақала саласындағы зерттеулер коррозия және металдарды қорғау, атап айтқанда, әсер әр түрлі тежегіштерін қышқылды өңдеу қорғауға арналған коррозияға қарсы өнеркәсіптік жабдық.

**Түйін сөздер:** коррозия, ингибиторы, қорғау, ою, күкірт қышқылы, өнеркәсіптік жабдық.

A.I. Almazov, D. Voronin, T. Tushiyev

### **The influence of inhibitors on corrosion protection of industrial equipment**

**Abstract.** The article is devoted to research in the field of corrosion and protection of metal, namely, the influence of different types of acid pickling inhibitors on the corrosion protection of industrial equipment.

**Key words:** Corrosion, inhibitor, protection, etching, sulfuric acid, industrial equipment.

УДК 628.5

В.В. МЕРКУЛОВ<sup>1</sup>, Е.В. МЕРКУЛОВА<sup>2</sup>, С.Н. МАНТЛЕР<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан;

<sup>2</sup>Первый темиртауский классический лицей, г. Темиртау, Казахстан)

**ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПО ОЧИСТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ  
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КАРАГАНДИНСКОГО РЕГИОНА  
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ**

**Аннотация.** В статье отражается динамика изменения уровня загрязненности окружающей среды в РК, отмечается её улучшение при вводе в действие на крупных промышленных предприятиях Карагандинской области комплексов по очистке технологических газов в таких городах как Балхаш, Жезказган. Также авторами предлагается внедрение такого комплекса по очистке и на АО «АрселорМиттал Темиртау». В режиме нормальной эксплуатации данные установки будут способствовать решению проблем уменьшения выбросов парниковых газов и трансграничных загрязнений, оказывать положительное действие на экосистему Карагандинского региона.

**Ключевые слова:** экосистема, промышленные газы, очистка газовых выбросов, электрохимический метод очистки, экосистема, промышленные газы, очистка газовых выбросов, электрохимический метод очистки.

Деятельности человека является одним из существенных факторов современных изменений климата Земли. Так, в период с 1750 года концентрация двуокси углерода (CO<sub>2</sub>) в атмосфере возросла на 31%, что в значительной мере обуславливает потепление, наблюдаемое в течение последних 50 лет. Как реальная внешняя угроза рассматривается сейчас проблема трансграничного переноса загрязнений воздуха на большие расстояния.

Решение проблемы изменения климата требует комплексного подхода, который включает мероприятия по уменьшению выбросов парниковых газов и адаптацию к изменению климата. В совокупности эти мероприятия должны обеспечивать смягчение последствий изменения климата, а затраты на их осуществление компенсироваться последующей экономической, социальной и экологической выгодой и способствовать устойчивому развитию государства.

Для решения проблемы трансграничных загрязнений необходимы совместные действия сопредельных государств. С этой целью Республика Казахстан разрабатывает Национальную концепцию и программу действий по сокращению выбросов загрязняющих веществ. Подготовленная «Национальная программа» позволит стране полностью сотрудничать с Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха и распространении его на дальнее расстояние [1].

В Казахстане с 2000 по 2004 годы наблюдался устойчивый рост выбросов загрязняющих веществ, связанный с общим ростом экономики страны. С 2005 года выбросы имели тенденцию стабильности, связанную с выходом экономики страны на максимальный уровень (рисунок 1).

Как видно из рисунка, отмечалось снижение выбросов, связанное, во-первых, с запретом на сжигание попутного газа и, во-вторых, со снижением спроса на некоторые виды металлургической продукции. В период с 2007 года произошло резкое снижение выбросов вредных веществ, обусловленное общим мировым кризисом и снижением производства некоторых видов продукции, особенно в строительстве, а также в цементной и металлургической промышленности [2].

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

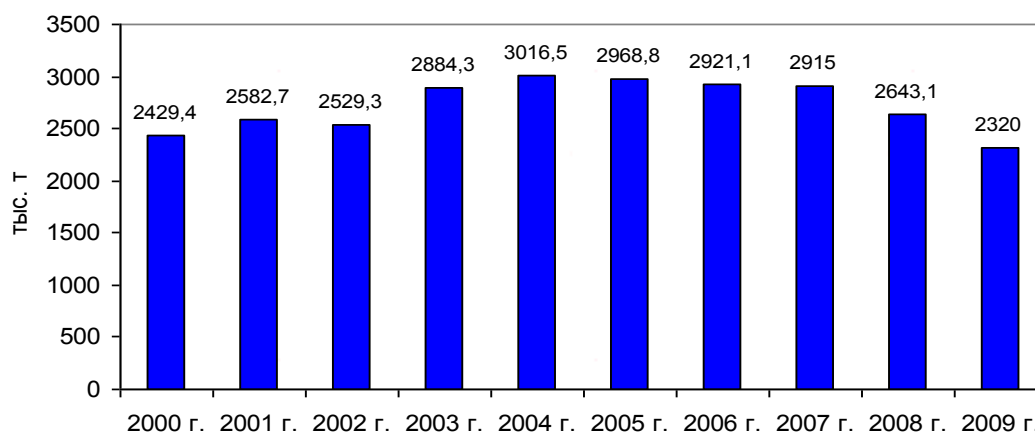


Рисунок 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (в тыс. тонн) от стационарных источников за период с 2000 по 2009 годы

Большое количество выбросов вредных веществ в значительной степени обусловлено недостаточной оснащённостью источников загрязнения сооружениями по очистке воздуха. Удельный вес оборудованных источников в целом по республике составил 7,5% в 2009 году. Из общего объема 2320,0 тыс. тонн выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ 72,5% составляли газообразные и жидкие вещества, 27,5% - твердые выбросы (рисунок 2).

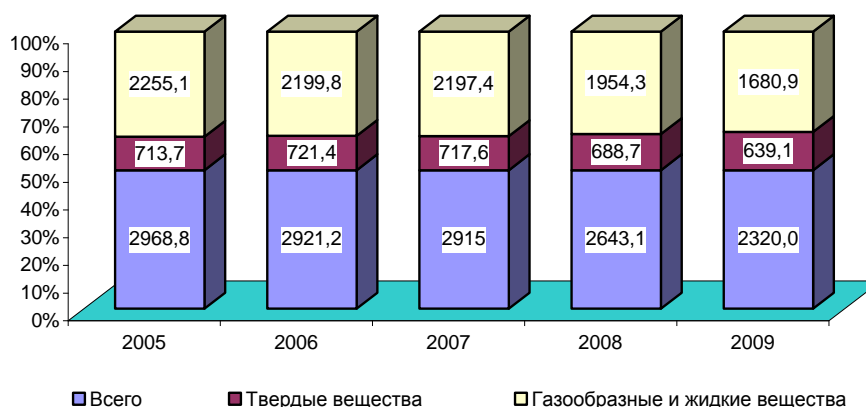


Рисунок 2. Структура выбросов вредных веществ (в тыс. тонн) в атмосферу от стационарных источников

В составе 1680,9 тыс. т газообразных и жидких выбросов 46,4% приходится на сернистый ангидрид, 25,7% – на окись углерода, 12,3% – на окислы азота, 7,8% – на углеводороды (без летучих органических веществ), 2,6% – летучие органические вещества, (рисунок 3).

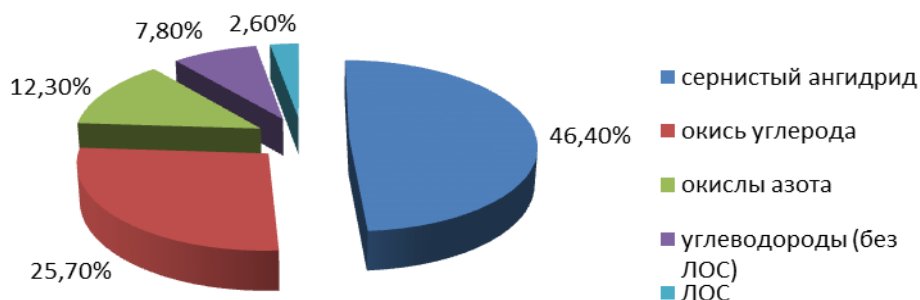


Рисунок 3. Структура газообразных и жидких выбросов в 2009 году

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

В период с 2007 по 2009 годы наибольшее загрязнение атмосферного воздуха наблюдалось в промышленных городах: Балхаш, Темиртау, Аксу, Экибастуз, Павлодар, Актобе (рисунок 4).

Как видно из данных рисунка 4 за период с 2007 года по 2009 год наблюдалось значительное снижение выбросов в городе Балхаш, что связано с введением в эксплуатацию установки по утилизации газовых выбросов. В целом же по республике 31% предприятий увеличили свои выбросы.

Город	Количество загрязнений (в тыс. тонн) по годам		
	2007	2008	2009
Темиртау	328,1	294,5	309,2
Экибастуз	162,6	287,8	227,7
Актобе	178,2	187,5	201,8
Павлодар	154,4	155,5	160,1
Балхаш	620,7	424,3	134,9

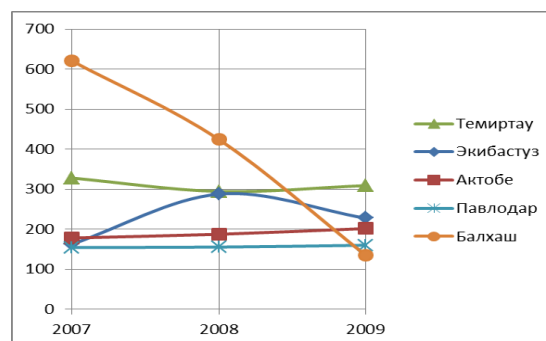


Рисунок 4. Уровень загрязненности промышленных городов Казахстана

В настоящее время наиболее загрязненным городом Республики Казахстан является Темиртау. Наибольший вред его окружающей среде и здоровью населения причиняют такие масштабные промышленные предприятия как ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «Арселор-Миттал Темиртау», ТОО «Казцинк» и др. Большое количество выбросов вредных веществ в значительной степени обусловлено недостаточной оснащённостью источников загрязнения сооружениями по очистке воздуха.

По данным Агентства РК по статистике [3] основными загрязнителями атмосферы являются: предприятия обрабатывающей промышленности, на долю которых приходится 39,6% выбросов, и предприятия металлургической промышленности (34,7% выбросов загрязняющих веществ), а также предприятия добычи топливно-энергетических полезных ископаемых (12,4%).

Одним из обязательных элементов любого металлургического завода и представительным загрязнителем окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха, водоемов и подземных вод, земли и т.п., являются тепловые электростанции (ТЭЦ). Выбросы вредных веществ этого энергетического комплекса для преобразования энергии органического топлива в электрическую энергию, пар и горячую воду оказывают значительное воздействие на людей, животных и растительный мир региона.

Выбросы вредных веществ ТЭЦ определяются видом используемого топлива: твердого (уголь); жидкого (мазут) или газообразного. При сжигании органических топлив в процессе химического окисления горючих компонентов с выделением тепла реакции образуются окислы различных веществ. В их числе такие как двуокись ( $\text{NO}_2$ ) и окись (NO) азота, сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ), окись (CO) и двуокись ( $\text{CO}_2$ ) углерода, пятиокись ванадия ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) и другие, а при низкотемпературном горении и недостатке кислорода может образоваться также бенз(а)пирен. В среднем количество выделяемых из топок котлов в атмосферу вредных веществ составляет [3]:

неорганическая пыль $\text{SiO}_2$	107,2 г/сек	2378,6 т/год
серы диоксид	122,63 г/сек	2605,51 т/год
азота диоксид	53,42 г/сек	897,9 т/год
азота оксид	8,7 г/сек	169,2 т/год
углерода оксид	1,2834 г/сек	16,8993 т/год



## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

сажа	0,2945 г/сек	6,8497 т/год
мазутная зола	0,00145 г/сек	0,03388 т/год
бенз/а/пирен	0,0001 г/сек	0,002125 т/год

Минеральная негорючая масса топлива выделяется в виде шлака и летучей золы, количество которых зависит от зольности топлив. В летучей золе и шлаке остаются имеющиеся в топливе тяжелые металлы, окислы цветных металлов, мышьяк, фтор, свинец, ртуть и другие компоненты и вещества.

Перечисленные выше вредные вещества частично улавливаются системами пылегазоочистного оборудования, транспортируются на золоотвалы и могут впоследствии использоваться в стройиндустрии и других отраслях народного хозяйства. Неуловленные вещества через дымовые трубы выбрасываются в атмосферу и рассеиваются. Для отвода дымовых газов на территории ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау» расположены две дымовые трубы высотой по 250 м каждая. Доля уносимой с ними золы составляет 95%, остальная зола выходит со шлаком.

Кроме организованных источников выбросов на ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау» имеются неорганизованные выбросы от вспомогательных процессов основного производства тепла и электроэнергии, в числе которых транспортные выбросы, пыление топливных складов и золоотвалов, пары легких компонентов мазутохранилищ.

Санитарно-защитной зоной для ТЭЦ-2 является ближайшая к ней территория до 1 км – зона влияния неорганизованных источников загрязнения. Территория в радиусе одного километра вокруг ТЭЦ-2 занята существующими промышленными предприятиями и дополнительного обустройства не требует. Ближайшая селитебная территория расположена на расстоянии 3,5 км.

В настоящее время проблема очистки выбрасываемых предприятиями газов от экологически опасных загрязнителей, в первую очередь от диоксида углерода серы, приобретает является актуальной. Беря во внимание состояние экосистем города Темиртау, нужно отметить, что техногенное загрязнение окружающей среды нарастает и это требует принятия определенных мер.

С этой целью было предложено установить на АО «АрселорМиттал Темиртау» комплекс по очистке технологических газов системы Борисенко А.В., который использует электрохимический метод очистки промышленных газов в униполярно-ионизированной области при воздействии сильного электрического поля, в котором молекулы газа подвергаются расщеплению на исходные элементы, например углекислый газ – на углерод и кислород. Установка действует аналогичным образом и в отношении других ядовитых газов, в частности диоксида серы (SO<sub>2</sub>).

Экосистема района размещения установки по очистке технологических газов в значительной степени урбанизирована, поскольку ландшафт представлен промышленной зоной. Осуществление строительства очистного сооружения не повлечет за собой отчуждения природных территорий по причине лишь временного расположения строительства, с последующей ликвидацией следов воздействия.

Конструктивно установка состоит из конической воронки, на внутренней поверхности которой создан поток воды, стекающий с ее верхней кромки из верхнего водохода в нижний. Коаксиально этой воронке внутри нее установлен электронный инжектор, на который относительно земли подается постоянный высокий отрицательный потенциал. Внешняя поверхность инжектора снабжена большим количеством остро отточенных металлических игл, направленных остриями к воронке. Радиус кривизны острия игл составляет несколько микрон, длина игл и расстояние между ними – величина одного порядка (от 20 до 50 мм). Рабочий потенциал инжектора для испытанных установок от 45 до 130 кВ.

Подвергаемый очистке воздух подается в зазор между инжектором и анодом из тороидального газохода в верхней части воронки через щель. Установка имеет два отверстия, со-

## **Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

единяющих зазор между инжектором и воронкой с атмосферным воздухом – одно кольцевое в верхней части между инжектором и воронкой и второе внизу – труба. Посредством воздушного насоса подлежащей очистке воздух нагнетается в тороидальный газоход, откуда подается в зазор между инжектором и воронкой, создавая воздушные потоки.

Вода в установке является оборотной и циркулирует по контуру «верхний водоход – поверхность воронки – нижний водоход – очистное устройство – водяной насос».

Очистка воды и извлечение из нее компонентов, сорбированных из очищаемого воздуха, производится посредством пропускания через нее воздушных пузырьков размером менее 0,1 мм, поверхность которых служит сорбентом загрязнений. Пузырьки выносятся на поверхность воды, которая смывается. При многократном повторении этот процесс приводит к отделению загрязнений и возврату воды в оборот.

Основные физико-химические процессы в рабочем зазоре установки протекают в униполярно (отрицательно) ионизированной области при отсутствии вторичной ионизации, в отличие, например, от сухих электрофильтров, где рабочим является коронный разряд.

Уникальна зависимость степени очистки от размеров загрязняющих частиц: чем он меньше, тем эффективнее воздействие и, соответственно, степень очистки, причем эта зависимость сохраняется до молекулярных размеров. В последнем случае вместо размеров частиц определяющим фактором является их сродство и способность к реакциям восстановительного характера.

Активным агентом, приводящим к очистке воздуха в силу специфических условий, создаваемых в установке, является термодинамическая неравномерность газовой среды в рабочем зазоре и в засасываемом в установку атмосферном воздухе.

Такие установки прошли опытно-промышленные испытания в условиях Балхашского металлургического комбината, Жезказганской ТЭЦ, также на котельной Карагандинского литейно-машиностроительного завода АО «Корпорация Казахмыс».

В ходе опытно-промышленных испытаний универсальных пилотных установок по очистке газовых выбросов, степень очистки технологических газов составила:

- оксида углерода – 97,6 %
- сернистого ангидрида – 99,9%
- пылевых частиц – 99,5%
- оксидов азота – 85%.

Таким образом, предлагаемый к установке на АО «АрселорМиттал Темиртау» комплекс по очистке технологических газов прошел ряд испытаний по оценке его воздействия на окружающую среду. В результате было установлено, что в режиме нормальной эксплуатации комплекс по очистке технологических газов не несет отрицательного воздействия ни на один компонент экосистем региона. Она характеризуется технологией использования оборотной воды и исключением сбросов воды. Установка обладает положительным характером действия на экосистемы в целом, т.к. в рабочем режиме очищает газы от вредных и неблагоприятных примесей и компонентов. Положительным эффектом её применения станет уменьшение вредных выбросов и концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха, что уменьшит выпадение и растворение вредных веществ в грунтовых водах и поверхностных водоемах.

Работа установки по очистке газов сопровождается образованием твердого осадка в системе оборотной воды (в бункире-шлamosборнике), содержащего частицы кремнезема (очистка от пыли) и моноэлементные компоненты твердых веществ, содержащихся в газовых выбросах – углерод, сера и пр. В процессе электрохимического разложения сложных газов образуются их элементарные составляющие.

Строительство и эксплуатация комплекса по очистке технологических газов на АО «АрселорМиттал Темиртау» практически не окажет негативного влияния на животный мир, растительность и водную фауну, поскольку объект будет расположен в зоне интенсивного антропогенного воздействия. Сложившаяся к настоящему времени экосистема района в

отношении указанных компонентов окружающей среды уже сформирована и не изменится в связи со строительством установки.

В районе намечаемой деятельности нет особо охраняемых природных территорий, также отсутствуют пути миграции животных. Топические связи не претерпят масштабных изменений, поскольку на рассматриваемом участке не производится масштабного гнездования птиц и выведения потомства дикими животными.

Не предполагается воздействия строительных работ и эксплуатации комплекса по очистке технологических газов и на водную фауну в связи с обособленностью расположения загрязняющих объектов, исключающего проникновение загрязненных вод в поверхностные водоемы.

Следовательно, можно сделать вывод, что планируемая хозяйственная деятельность не окажет значительного влияния на трофические уровни, топические и фабрические связи, так как данный участок не представляет значимой ценности для функционирования пастбищных и детритных цепей, в силу ландшафтных характеристик и уровня загрязнения. Она не нарушит существующую консорцию, сезонное развитие и продуктивность экосистемы Карагандинского региона. При этом в значительной степени будет способствовать снижению количества вредных выбросов в воздушном бассейне города Темиртау и всего региона в целом.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Отчет «Научные исследования по оценке переноса загрязняющих веществ на большие расстояния и их выпадение, выявление возможных последствий моделирования процессов загрязнения атмосферы и определения ее качества, разработка рекомендаций по повышению экономической эффективности борьбы с загрязнением»// РГП «КазНИИЭК», Алматы 2009.

2 Отчет о научно-исследовательской работе «Количественная оценка выбросов парниковых газов, разработка сценариев эмиссии парниковых газов, разработка национальной стратегии Казахстана по снижению эмиссии парниковых газов, подготовка условий для создания национальной системы лицензирования квот на выбросы парниковых газов, налаживание системы мониторинга и отчетности по эмиссиям/стоку парниковых газов». // РГП «КазНИИЭК», Алматы, 2009.

3 Агентство по статистике РК. «Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана» / Статистический сборник. Алматы, 2009.

В.В. Меркулов, Е.В. Меркулова, С.Н. Мантлер

**Қоршаған ортаны жақсарту үшін Қарағанды облысының өнеркәсіптік кәсіпорындары технологиялық газдарды тазарту жүйелерін енгізу**

**Аңдатпа.** Бапта Қазақстан Республикасындағы ластану деңгейі өзгерістерінің динамикасын көрсетеді, мұндай Балқаш, Жезқазған сияқты қалаларында технологиялық газдарды тазалау үшін Қарағанды облысы кешендерін ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарында пайдалануға беру кезінде, оның жақсарғанын атап өтті. Сондай-ақ, авторлар осындай тазалау кешенді АҚ «АрселорМиттал Темиртау» еңгізуді ұсынады. Қарағанды облысының экожүйесіне жақсы әсер етеді, себебі парниктік газдың шығарындыларын және трансшекаралық ластану мәселелерін азайтуға көмектеседі.

**Түйін сөздер:** экожүйесі, өнеркәсіптік газдар, газдар шығарындыларын тазалау, электрохимиялық тазалау әдісі.

V.V. Merkulov, E.V. Merculova, S.N. Mantler

**Implementation of systems for purification of process gases on industrial enterprises of Karaganda region for environmental improvement**

**Abstract.** The article reflects the dynamics of changes in the level of pollution environment in the Republic of Kazakhstan. There is noted its improvement after commissioning of complexes for cleaning process gases at the large industrial enterprises of Karaganda region at cities such as Balkhash, Zhezkazgan. Also, authors propose to implement such a gas purification system at JSC "ArcelorMittal Temirtau". At normal operating, these systems will contribute to solving a problem of reducing greenhouse gas emissions and a problem of transboundary pollution, also to have a positive effect on the ecosystem of the Karaganda region.

**Key words:** ecosystem, process gases, cleaning of gas emissions, electrochemical method of cleaning.

УДК 547.926

А.М. КОЖАНОВА<sup>1,2</sup>, П.К. КУДАБАЕВА<sup>1</sup>, У.Б. ТУЛЕУОВ<sup>2</sup>, М.И. БАЙКЕНОВ<sup>2</sup>,  
А.М. АЛЬМАГАМБЕТОВ<sup>1,3</sup>, Б.И. ТУЛЕУОВ<sup>1</sup>, С.М. АДЕКЕНОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», г. Караганда, Казахстан,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан,

<sup>3</sup>Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВ ПЕРВИЧНОГО  
ОБМЕНА РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ  
НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И РАСТИТЕЛЬНОГО  
ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

**Аннотация.** В статье представлены экспериментальные данные по применению газожидкостной хроматографии с масс-селективным детектором (ГЖГ МСД) для определения веществ первичного обмена экспериментальных ранозаживляющих и противовоспалительных составов на основе лекарственного сырья и продуктов нефтепереработки.

Экспериментально установлено, что изученные составы имеют сложный комплекс (более 28) веществ первичного обмена.

**Ключевые слова:** Хромато-масс-спектрометрический анализ, каролин, надземная часть, высокоэффективная жидкостная хроматография, экидистерон, экстракт.

Известно, что в народной медицине у разных народов мира в качестве тонизирующих средств издавна использовались растения, в которых впоследствии были обнаружены экидистероиды – важнейшие вторичные метаболиты: *Achyranthes fauriei* и *Cyatula capitata* («гошитсу») – в Древнем Китае, *Ajuga iva* («ченджоура») – в Северной Африке, *Pfaffia irsinoides* («сума») – в Латинской Америке, *Rhaponticum carthamoides* – («маралий корень») и *Serratula coronata* («серпия») в Сибири, *Silene tatarica* и *Oberna behen* («шляккан турун») – на европейском северо-востоке России [1-3].

В конце прошлого столетия, когда была полностью установлена анаболическая активность и отсутствие побочного действия экидистероидов на млекопитающих, были начаты фармакологические исследования, прежде всего, в области создания безопасных для организма человека и животных анаболических и адаптогенных средств. Вследствии этого, в настоящее время возникла новая эра интереса к использованию фитоэкидистероидов в медицинской практике, поскольку у этих соединений были открыты новые специфические виды фармакологической активности [4].

В настоящее время, также установлена антимикробная активность экидистерона и его ацильных производных [5] и показана перспективность использования экидистероидсодержащих липосом в качестве ранозаживляющих фитопрепаратов и косметических композиции [6,7].

В результате детального изучения состава экидистероидов колючелистника качимовидного (*Acanthophyllum gypsophyloides* Regel. сем. *Caryophyllaceae* Juss.) нами из надземной части данного растения выделены кроме основного экидистероида-экидистерона и новый фитоэкидистероид акантостерон, который в дозе 50 мг/кг обладает высокой противовоспалительной активностью на модели острой экссудативной реакции [8].

С другой стороны, известно, что полученные из нефти средние и тяжелые фракции («Каролин») также использовались в ветеринарной практике, как дезинфицирующее средство для крупного рогатого и мелкого скота.

В этой связи, потребность в ранозаживляющих, противовоспалительных и дезинфицирующих средствах на основе экидистероидов и продуктов нефтепереработки очевидна.

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

По этой причине, нами впервые проведены исследования по созданию ранозаживляющих и противовоспалительных составов на основе продуктов нефтепереработки и экдистероидсодержащего растительного лекарственного сырья.

В связи с этим и с целью выявления наиболее активных и оптимальных составов, в качестве объектов исследования были выбраны растения: смолевка меловая (*Silene cretaceae* Fisch.), смолевка волжская (*Silene wolgensis* (Hornem) Bess.), смолевка алтайская (*Silene altaica* Pers.) и смолевка кустарничковая (*Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk) семейства гвоздичных (*Caryophyllaceae* Juss.)

Все вышеназванные представители рода *Silene* L. были собраны: *Silene cretaceae* Fisch. – на каменистых склонах гор Мугоджар Актюбинской области, *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk. – в Улытауском районе Карагандинской области, *Silene wolgensis* (Hornem) Bess.- в Амантауских горах Нурина района Карагандинской области, а *Silene altaica* Pers. на Западном Алтае Восточно-Казахстанской области, в фазу цветения.

На первом этапе исследован выход экстрактивных веществ, извлекаемых 70%-водным этанолом, а далее методом обращено-фазовой (ОФ) высокоэффективной жидкостной хроматографии (HEWLETT PACKARD Agilent 1100 Series, аналитическая колонка 4.6·150 мм, Zorbax SB-C<sub>18</sub>; Подвижная фаза (ПФ): 10% изопропиловый спирт, УФ-детектирование при длине волны 254 нм, температура колонки 20°C, скорость подачи элюента 0.75 мл/мин, объем вводимой пробы 20 мкл) изучено содержание экдистерона. Количественное содержание экдистерона было обнаружено в смолевке меловой (0,51%), смолевке кустарничковой (0,08%), смолевке алтайской (0,14%), а в смолевке волжской отмечено его высокое содержание (1,76% - вид-сверхконцентрат).

Таким образом, у всех вышеназванных растений в большей мере изучены вторичные метаболиты, а вещества первичного обмена не исследовались.

В этой связи целью исследования является, сравнительный анализ состава веществ первичного обмена четырех экспериментальных ранозаживляющих и противовоспалительных составов на основе вышеуказанных растений и Каролина (Si Cr. Ex.-K, Si Wl. Ex.-K, Si Alt. Ex.-K, Si Fr. Ex.-K).

Полученные из растений этанольные экстракты с добавлением продукта нефтепереработки анализировали на газовом хроматографе фирмы Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C. При подготовке проб в качестве растворителя применялся хлороформ. 0,01 г образца растворяли в 10 мл растворе, раствор отфильтровали и ввели в колонку с помощью автосемплера.

Анализ проводили при следующих условиях:

тип колонки – Rxi-5ms

длина колонки – 30 м;

диаметр колонки – 0,25 мм;

толщина адсорбента колонки – 0,25 мкм

температура испарителя – 290 °C;

температура термостата – 60-300 °C;

газ-носитель – гелий;

расход газа-носителя – 1 мл/мин;

давление газа в колонке – 54,51 кПа;

объем пробы – 0,1 мкл.

Обработка результатов производилась автоматически при помощи программы GS-MSDDataAnalysi. Идентификация отдельных веществ осуществлялись сравнением их масс-спектров с библиотечными. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

В экстрактах смолевки волжской и смолевки кустарничковой идентифицировано несколько больше (28 и 28 соответственно) веществ, чем смолевки алтайской (26) и смолевки меловой (23). Из них общими (5) являлись следующие: фенантрен, нафтаген, флуорен, аце-нафтен, диабензофуран.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Таблица 1. Результаты ГХ/МС – анализа экстрактов смолевки меловой (1) и смолевки волжской (2)

Вещество	Время удерживания, мин. образца №1 (Si Cr.Ex-K)	Вещество	Время удерживания, мин. образца №2 (Si W1.Ex-K)
Бензен, (1,1'-диметилэтокси)	5,079	Фенол	5,09
Бензен, 1,1'-(этинил-1, 3-пропандиил) бис-	6,138	Тетроцикло [3,3,1,0(2,8),0(4,6)-нон -2-ен]	6,138
Инден	6,281	Бензен, 1-пропинил	6,281
Фенол, 3-метил	6,656	Фенол, 2-метил	6,645
Бензофуран, 2-метил	7,263	Бензофуран, 2-метил	7,263
Индан, 1-метил-	8,09	Фенол, 3,5-диметил	7,925
Нафтален	8,740	Нафтален	8,741
2-бензотиофен	8,873	Бензотиофен	8,862
Хинолин	9,700	Изохинолин	10,042
Нафтален, 1-метил	10,670	Индолизин	10,560
Нафтален, 2-этенил	12,093	Нафтален, 1-метил	10,648
Нафтален, 1-этил	12,347	3-метилбензотиофен	10,770
Нафтален, 1,7-диметил	12,534	Хинолин, 5-метил	11,630
Аценафтен	13,945	Дифенил	12,027
2,4(1Н,3Н) пиримидиндион, 5-(1,1'-диметилэтил)	14,056	Нафтален, 2,6-диметил	12,457
Дибензофуран	14,464	Аценафтен	13,824
Флуорен	15,622	2-нафталенкарбонитрил	13,935
Дифенилметан	15,897	Дибензофуран	14,320
[1,1'-дифенил]-4-карбоксальдегид	16,250	Флуорен	15,401
Дибензофуран, 4-метил	16,493	1,1'-дифенил, 2-метил нафта-лен	15,776
9,9-диметил-9-силафлуорен	17,386	[1,1'-дифенил]-4-карбоксальдегид	15,964
Дибензотиофен	18,588	9Н-флуорен-9-ол	16,184
Фенантрен	19,283	2-(п-толилметил)-п-ксилола	16,912
		9Н-флуорен, 1-метил	17,232
		4-ацетил-1-нафтонитрил	17,882
		Дибензотиофен	18,114
		Фенантрен	18,643
		Карбазол	20,022

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Таблица 2. Результаты ГХ/МС – анализа экстрактов смолевки алтайской (3) и смолевки кустарничковой (4)

Вещество	Время удерживания, мин. образца №3 (Si Alt.Ex-K)	Вещество	Время удерживания, мин. образца №4 (Si Fr.Ex-K)
Фенол	5,090	Индан	6,138
Индан	6,138	Инден	6,292
Бензен, 1-пропинил	6,292	Фенол, 4-метил-	6,656
Фенол, 2-метил	6,656	3-фенил-2-пропин-1-ол	7,263
Бензофуран, 7-метил	7,263	Фенол, 3,4-диметил-	7,936
Фенол, 2,4-диметил	7,936	3-фенилбут-1-ен	8,090
1Н-инден, 2,3-дигидро-4-метил	8,090	Нафтален	8,729
Нафтален	8,763	2-бензотиофен	8,862
Бензо[б]тиофен	8,873	Изохинолин	9,656
Изохинолин	9,667	Хинолин	10,053
Нафтален, 1-метил	10,670	Нафтален, 1-метил-	10,626
3-метилбензотиофен	10,781	Нафтален, 2-метил-	10,924
Хинолин, 6-метил	11,674	Хинолин, 5-метил-	11,652
аценафтен	12,049	Бифенил	12,027
Нафтален, 2-этил	12,291	Нафтален, 1-этил-	12,280
Нафтален, 2,7-диметил	12,733	Нафтален, 2,7-диметил-	12,468
Дибензофуран	14,365	Нафтален, 2,6-диметил-	12,721
Нафтален, 1,6,7-триметил	14,850	Нафтален, 1,5-диметил-	12,777
Флуорен	15,478	Нафтален, 2,3-диметил-	13,052
1,1'-дифенил, 2-метил	15,721	Аценафтен	13,835
Дибензофуран, 4-метил	16,030	2-нафталенкарбонитрил	13,968
2,4,6-циклогептатриен-1-он, 2-фенил	16,261	Дибензофуран	14,331
9Н-Флуорен, 9-метил	17,320	Флуорен	15,434
2-этил-1-(4-гидрокси-6-метил-2-пиримидинил)	18,015	Диметилметан	15,710
Дибензотиофен	18,224	Дибензофуран, 4-метил-	16,030
Фенантрен	18,853	[1,1'-бифенил]-4-карбоксальдегид	16,261
		1,1'-бифенил, 2,2', 5,5'-тетраметил-	17,011
		Фенантрен	18,776



Только в экстракте смолевки кустарничковой не обнаружен дибензотиофен, а изохинолин в экстракте смолевки меловой.

В ряду выявленных веществ во всех экстрактах исследуемых растений с продуктами нефтепереработки больше всего содержалось производных нафталина.

Таким образом, в результате сравнительного анализа составов экистероидсодержащих экстрактов с добавками продуктов нефтепереработки выявлены их специфические особенности в накоплении различных веществ первичного обмена.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Володин В.В. Физиологическая активность фитоэкистероидов и перспективы использования в медицине // Материалы X Международного съезда – Фитофарм 2006 «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения». – Санкт-Петербург, 2006.-С.43-52.

2 Махов А.А. Зеленая аптека. Лекарственные растения Сибири. Изд. 4-ое испр. и доп., Красноярск: Книжное издательство, 1993. – 528 с.

3 Ильина И.В. Народная медицина. Сыктывкар: Коми книга, 1997. – 120 с.

4 Тулеуов Б.И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, химическая модификация и практические аспекты применения. – Караганда: Гласир, 2009. – 208 с.

5 Володин В.В. Фитоэкистероиды. Санкт-Петербург: Наука, 2003. – 293 с.

6 Meybeck A., Bonte F. // Pat. EP 0436650 МКИ А61 К N 7/00. Bull. 1991. – №29.

7 Meybeck A., Bonte F., Redzinijak G.// Pat. USA 56009873 МКИ А 61 N 35/78. Bull. 1997.

8 Almagambetov A.M., Almagambetova L.A., Glashkin A.V., Tuleuov B.I., Adekenov S.M. The Chemical Research of *Acanthophyllum* Species // Proceedings of the International Research and Practice Conference «Achievements and Prospects for the Development of Phytochemistry», Karaganda, April 10-11<sup>th</sup>, 2015. – P.126.

А.М. Қожанова, П.К. Құдабаева, Ұ.Б. Төлеуов, М.И. Байкенов,  
Ә.М. Әлмағамбетов, Б.И. Төлеуов, С.М. Әдекенов

**Мұнай өңдеу мен дәрілік өсімдік шикізат құрамды өнімнің негізінде жараны жазу және қабынуға қарсы біріншілік алмасу заттарының хромато-масс-спектрометриялық анализі**

**Андатпа.** Мақалада дәрілік шикізат және мұнай өнімдерінің негізінде эксперименттік жараны жазушы және жараны қабынуға қарсы құрамдардың біріншілік алмасу заттары үшін селективті детекторлі газ-сұйықтық хроматографияны қолдану туралы тәжірибелік деректер келтірілген.

Зерттелінген құрамдар біріншілік алмасу заттарының күрделі кешенінен (28 аса) тұратыны анықталды.

**Түйін сөздер:** роматты-масса-спектрометриялық талдау, каролин, жер үсті бөлік, жоғары тиімділікті сұйықтықты хроматография, экистерон, экстракт.роматты-масса-спектрометриялық талдау, каролин, жер үсті бөлік, жоғары тиімділікті сұйықтықты хроматография, экистерон, экстракт.

A.M. Kozhanova, P.K. Kudabayeva, U.B. Tuleuov, M.I. Baikenov,  
A.M. Almagambetov, B.I. Tuleuov, S.M. Adekenov

**Gas chromatography-mass spectrometry analysis of substances primary exchange wound healing and anti-inflammatory compositions based on petroleum products and herbal raw materials**

**Abstract.** The paper presents experimental data on the use of gas-liquid chromatography with mass selective detector (MSD GZHG) to determine the substance of the primary metabolism of the experimental wound healing and anti-inflammatory compounds on the basis of medicinal raw materials and petroleum products.

It was established experimentally that the studied compositions have a complex set of (more than 28) of the primary metabolism.

**Key words:** Gas chromatography-mass spectrometry analysis, caroline, aerial part, high performance liquid chromatography, ecdysterone, extract.

УДК 547. 926

Р.Ж. ХАСЕНОВА<sup>1,2</sup>, С.С. ДОСМАГАМБЕТОВА<sup>2</sup>, Г.С. АГИТАЕВА<sup>1</sup>, У.Б. ТУЛЕУОВ<sup>3</sup>,  
О.У. КУАТБАЕВ<sup>1</sup>, Б.И. ТУЛЕУОВ<sup>1</sup>, С.М. АДЕКЕНОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», г. Караганда, Казахстан;

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан,

<sup>3</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова, г. Караганда, Казахстан)

### КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭНДЕМИЧНЫХ ЭКДИСТЕРОИДСОДЕРЖАЩИХ РАСТЕНИЙ СМОЛЕВКИ КАРКАРАЛИНСКОЙ И РАПОНТИКУМА КАРАТАВСКОГО

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований полифенольных компонентов экстрактов эндемичных растений Казахстана – смолевки каркаралинской (*Silene karkaralensis* A.Dmitr.M.Pop.) и рапонтикума каратавского (*Rhaponticum karatavicum* Regel. et Schmalh.).

Установлено их количественное содержание в надземных частях рапонтикума каратавского: рутина 1,75 %, мирицетин 6,42 % и рутина 0,19 % соответственно в смолевке каркаралинской.

**Ключевые слова:** Флаваноид, экдистерон, высокоэффективная жидкостная хроматография, экстракция.

Известно, что наиболее богатыми семействами по составу и содержанию экдистероидов-важнейших вторичных метаболитов растений являются семейства *Asteraceae* Dumort. и *Caryophyllaceae* Juss. В семействе *Asteraceae* Dumort. – Астровых наиболее богатыми источниками являются роды *Serratula* L. (серпуха) и *Rhaponticum* Ludw. (рапонтикум) [1].

В роде *Rhaponticum* выявлено 11 видов, синтезирующих экдистероиды. Наиболее полно изучен состав экдистероидов *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjin (левзея сафлоровидная), из различных его органов выделено 50 стероидных соединений, включая свободные и их производные: моно-, диацетониды, бензоаты, ацетаты, гликозиды [2-4], в том числе новые рапонтистерон R1, картамоистерон, картамоистерон А, В, картамолеуистерон, рапистерон, рапистерон В, С, Д, и др., обнаруженные только в этом виде. На основе экдистерона выделенного из корней левзеи сафлоровидной, разработан первый тонизирующий препарат «Экдистен» [5].

Семейство *Caryophyllaceae* Juss. – Гвоздичные вызывает также повышенный интерес ученых в плане изучения физиологически активных соединений. Известно, что большая часть видов, синтезирующих экдистероиды, встречается в трибе *Lychnideae* подсемейства *Caryophyllaceae* – родах *Silene* L., *Lychnis* L., *Petrocoptis* A. Braun, *Sagina* L., *Saponaria* L. [6].

В настоящее время по литературным и нашим данным экдистероиды обнаружены более чем в 126 видах *Silene* и в 12 видах *Lychnis* [7-10]. Ни в одном из других семейств не выявлено такое множество экдистероидсодержащих видов.

С другой стороны, известно, что поиск новых веществ с радиопротекторной, антиоксидантной и гепатопротекторной активностью во многих случаях проводится и среди флавоноидных соединений, так как последние, в связи со структурной особенностью молекул, могут тормозить не только окислительные процессы, но и перенос энергии и миграцию элементарных частиц при облучении. Вместе с тем, на сегодняшний день единичны примеры применения индивидуальных флавоноидов (рутин и кверцетин) и их производных в медицинской практике, несмотря на их широкое разнообразие, возобновляемость источников их получения и относительную доступность.

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Следовательно, работы по поиску новых растительных источников и выделению из них стероидных и полифенольных компонентов с последующим биоскринингом выделенных соединений на сегодняшний день являются особо актуальными, поскольку они будут способствовать созданию новых высокоэффективных фитопрепаратов широкого спектра фармакологического действия.

В настоящее время в лаборатории химии стероидных соединений МНПХ «Фитохимия» разработан на основе серпухи венценосной (*Serratula coronata* L. семейства Asteraceae Dumort), содержащий в качестве действующих веществ экидистероиды и флавоноиды. Полифенольные соединения серпухи венценосной (более 5.0%), наряду с экидистероидами, играют роль активных компонентов, являясь их синергистами [11].

В связи с этим нами ранее проведен химический скрининг надземных частей *Rhaponticum karatavicum* Regel et Schmalh. (рапontiкума каратавского семейства Астровых) и *Silene karkaralensis* A.Dmitr.M.Pop. (смолевки каркаралинской семейства Гвоздичных). Методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ • ВЭЖХ) было определено содержание экидистерона в исследуемых растительных объектах (выходы 0,43% и 0,20% соответственно) в этанольных экстрактах. Было установлено также количественное содержание флавоноидов в рапontiкуме каратавской: рутин 88,32 %, кверцетин 5,84 % и ресвератрола (3,5,4' – тригидрокси – транс - стильбен) 5,83 %. Полифенольные компоненты смолевки каркаралинской не изучались.

В настоящей работе рассматривается возможность использования данных растений в качестве перспективных источников не только экидистерона, а также и полифенолов, поскольку и Рапontiкум каратавский и смолевка каркаралинская являются эндемиками Казахстана.

В этой связи объектами для дальнейшего исследования их полифенольных компонентов выбрали возобновляемую надземную часть данных растений.

На всех этапах установления строения экидистероидов и флавоноидов, выделенных из природных растительных источников применяются современные методы исследования. В этом плане наиболее информативными и широко используемыми при идентификации экидистероидов и флавоноидов являются ВЭЖХ и спектральные методы – масс-, УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопия и др.

Для определения количественного содержания полифенолов, нами проведено хроматографическое исследование сухих экстрактов рапontiкума каратавского и смолевки каркаралинской методом ВЭЖХ, который также применялся и для идентификации флавоноидов. При проведении анализа в качестве подвижной фазы использовали систему метанол – вода очищенная с добавлением 0,5 % кислоты уксусной в соотношении 40:60, при скорости подвижной фазы 0,50 мл/мин. Детектирование проводили при длине волны 254 нм. При исследовании использовали аналитическую колонку из нержавеющей стали размером 150 • 4,6 мм, заполненную сорбентом Zorbax SB – C<sub>18</sub>, с размером частиц 5 мкм. Обсчет данных производился методом внутренней нормализации. Хроматограммы результатов анализа представлены на рисунках 1-4.

Как видно, на хроматограмме экстракта рапontiкума каратавской обнаружены 2 пика, а на хроматограмме экстракта смолевки каркаралинской 1 пик, из которых по времени удерживания в сравнении с метчиками достоверных образцов идентифицированы полифенольные соединения: рутин и мирицетин (рисунки 3,4).

Установлено их количественное содержание в надземных частях рапontiкума каратавского: рутин 1,75%, мирицетин 6,42 % и рутин 0,19 % соответственно в смолевке каркаралинской.

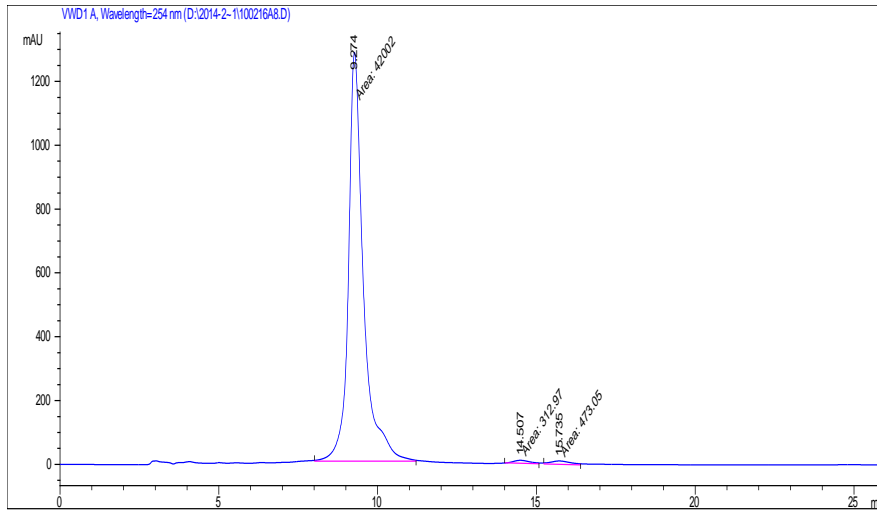


Рисунок 1. Хроматограмма рутина – стандартного образца

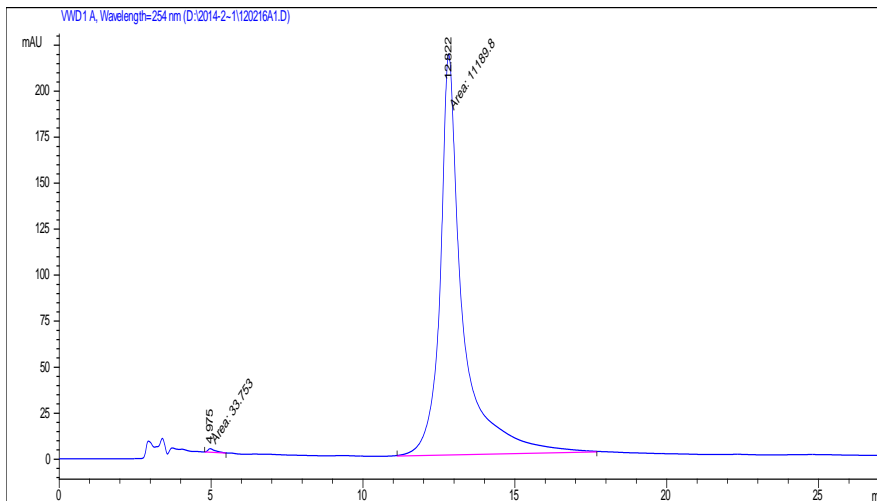


Рисунок 2. Хроматограмма мирицетина – стандартного образца

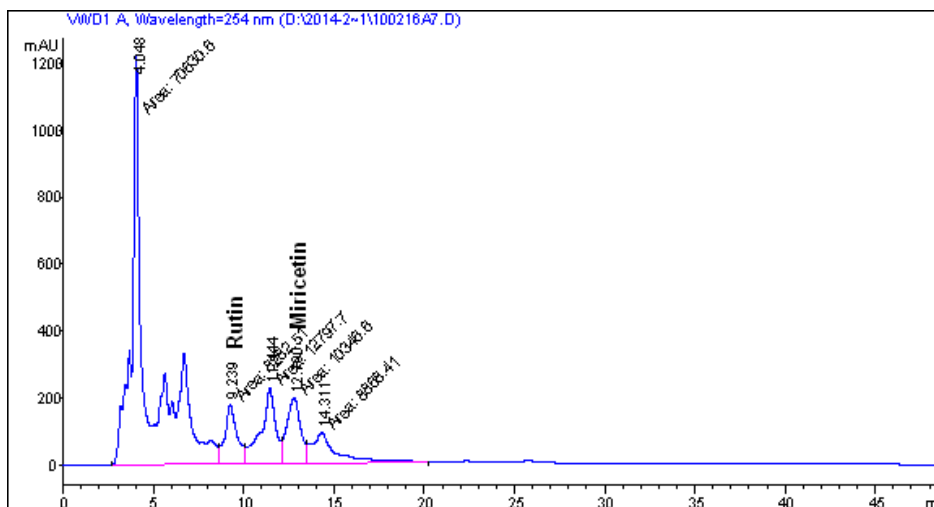


Рисунок 3. Хроматограмма флавоноидов экстракта надземной части *Rhanonticum karatavicum* Regel et Schmalh. (рапонтикума каратавской)

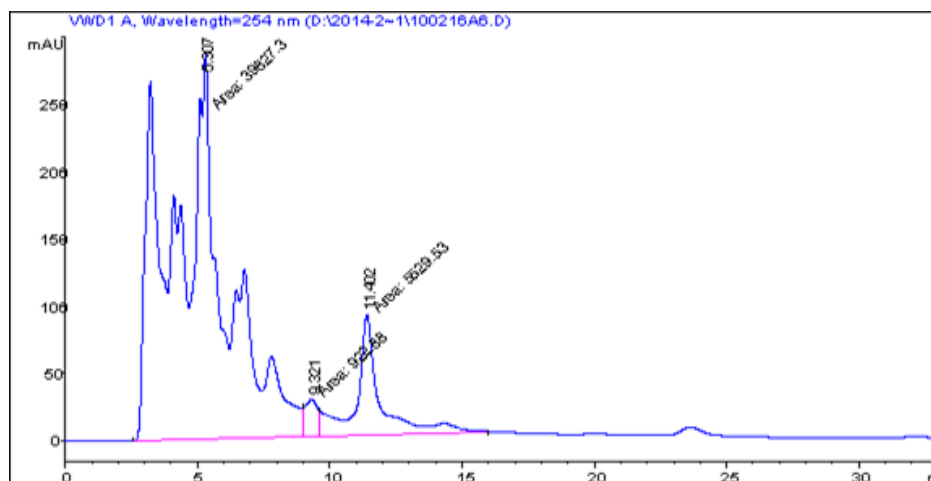


Рисунок 4. Хроматограмма флавоноида рутина в экстракте надземной части *Silene karkaralensis* A. Dmitr. M. Pop. (смолевки каркаралинской)

Таким образом, в результате проведенного количественного определения полифенольных компонентов установлено, что изученные эндемичные и экидистероидсодержащие растения Казахстана - Рапонтikum каратавский и смолевка каркаралинская являются перспективными источниками и практически ценных полифенольных соединений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Лафон Р. Фитоэкидистероиды и мировая флора: разнообразие, распределение, биосинтез и эволюция // Физиология растений – 1998. – Т.45 - № 3. – С. 326-346.
- 2 Abubakirov N.K. Ecdysteroids of flowering plants (Angiospermae). // Proceedings of the Indian National Science Academy 48 A (supplement 1). – 1982. – P. 122-138.
- 3 Baltaev U.A., Papisterone D. a phytoecdysteroid from *Rhaponticum cartamoides*. // Phytochemistry. – 1995. – V.38. – P. 799-800.
- 4 Kokoska L., Janovska D. Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum cartamoides*: A review // Phytochemistry. – 2009. – V. 70. – P. 842-855.
- 5 Куракина И.О., Булаев В.Н. Экидистен – тонизирующее средство в таблетках по 0.005 г. // Новые лекарственные препараты. – М. 1990. – Вып. 6. – С. 16-18.
- 6 Imai S., Toyosato T., Sakai M. et. al. Screening results of plants for phytoecdysons // Chem. Pharm. Bull. – 1969. – V.17. – P. 335-339.
- 7 Zibareva L., Distribution and levels of phytoecdysteroids in plants of genus *Silene* during development // Archives of insect biochemistry and physiology. – 2000.-V. 43. – P.1-8.
- 8 Zibareva L. Volodin V., Saatov Z., Savchenko T., Whiting P., Lafont R., Dinan L. Distribution of phytoecdysteroids in the Caryophyllaceae// Phytochemistry. – 2004. - V.64. - №2. – P. 499-517.
- 9 Zibareva L. Phytoecdysteroids of Caryophyllaceae Juss. // Contemporary Problems of Ecology. Springer Link. – 2009. - V. 2. - № 5. – P. 476-488.
- 10 Тулеуов Б.И., Турдыбеков К.М., Хабдолда Г., Адекенов С.М., Нуркенов О.А., Тулеуова Б.К., Кожанова А.М., Альмагамбетов А.М. Структура и стереохимия фитоэкидизона из смолевки меловой (*Silene cretacea* Fisch)// Журнал общей химии РАН. – 2014. – Т. 84. – Вып.4. – С. 625-628.
- 11 Тулеуов Б.И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, химическая модификация и практические аспекты применения. – Караганда: Гласир, 2009. – 208 с.

R.J. Khasenov, S.S. Dosmagambetova, G.S. Agitaeva, U.B. Tuleuov,  
O.U. Kuatbaev, B.I. Tuleuov, S. Adekenov

**Quantitative determination polyphenol components containing plants endemic Ecdysteroids campion Karkaralinsk And rapontikuma karatavskogo**

**Abstract.** The article presents the results of research of polyphenolic components extracts of endemic plants of Kazakhstan - Karkaralinsk campion (*Silene karkaralensis* A.Dmitr.M.Pop.) And rapontikuma karatavskogo (*Rhaponticum karatavicum* Regel et Schmalh..).

Established their quantitative content in aboveground parts rapontikuma karatavskogo: 1,75% rutin, myricetin 6,42% and 0,19%, respectively routine in campion Karkaralinsk.

**Key words:** Flavonoids, ecdysterone, high performance liquid chromatography, extraction.

Р.Ж. Хасенова, С.С. Досмагамбетова, Г.С. Агитаева, У.Б. Тулеуов,  
О.У. Куатбаев, Б.И. Тулеуов, С.М. Адекенов

**Қаратау рапонтикумы мен Қарқаралының ешкі миясы өсімдіктерінің эндемиялық экидистеронқұрамдық полифенолдық компоненттерінің сандық анықтамасы**

**Андатпа.** Мақалада Қазақстанның эндемиялық өсімдіктерінің экстракттарының – Қарқаралы ешкі миясы (*Silene karkaralensis* A.Dmitr.M.Pop.) және Қаратау рапонтикумының (*Rhaponticum karatavicum* Regel et Schmalh.) полифенолдық компоненттерін зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Қаратау рапонтикумының жер үсті бөлігіндегі сандық құрылымы: рутин 1,75%, мирицетин 6,42% және сәйкесінше қарқаралы ешкі миясындағы рутин 0,19% құрайтыны анықталды.

**Түйін сөздер:** Флаваноид, экидистерон, жоғары тиімділікті сұйықтықты хроматография, экстракция.