



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ

ISSN 1560-5655

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК



2
2009

**Национальный центр
научно-технической информации**

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 2 (101)

Алматы 2009

В научно-техническом сборнике **“Новости науки Казахстана”** (до 1997 г. – экспресс-информация) публикуются научные материалы прикладного характера по приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Казахстан. Основан в 1989 г., выходит 4 раза в год.

Сборник предназначен для научных сотрудников, работников министерств, ведомств, специалистов предприятий и организаций.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Е. З. Сулейменов, к.ф.-м.н. (председатель);
Ж. А. Карабаев, д.с.-х.н. (зам. председателя);
Ю. Г. Кульевская, к.х.н. (зам. председателя);
Н. С. Бектурганов, акад. НАН РК, д.т.н.; **Р. Г. Бияшев**, д.т.н.;
К. А. Нурбатуров, акад. ИА, д.т.н.; **К. А. Исаков**, д.т.н.;
Е. И. Рогов, акад. НАН, АМР РК, д.т.н.; **А. Т. Шоинбаев**, д.т.н.;
С. Е. Соколов, акад. МАИН, д.т.н.; **Т. А. Кетегенов**, д.х.н.;
К. Д. Досумов, д.х.н.; **А. В. Витавская**, д.т.н.;
А. А. Тореханов, д.с.-х.н.;
Г. Г. Улезько (ответственный секретарь)

ДЛЯ СПРАВОК

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Богенбай батыра, 221

Тел.: 378-05-45, 378-05-22

Факс: 378-05-47

E-mail: vlasova_54@mail.ru, vlasova@inti.kz, ulezko@inti.kz

http: // www nauka.kz

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Андреева А. П.</i> Получение анабазина в условиях <i>in vitro</i>	9
<i>Жусупова А. И.</i> Оптимизация выделения субстанции из <i>Cuscuta campestris yuncker</i>	13

ГОРНОЕ ДЕЛО. ГЕОЛОГИЯ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Рогов А. Е., Балмаганбетова Ф. Т.</i> Математическая модель оптимизации параметров и характеристик различных схем площадного заводнения нефти	18
<i>Долгоносков В. Н.</i> Определение погрешности коэффициента запаса устойчивости однородного откоса	25
<i>Ягудеев Р. Ш.</i> Опытнo-промышленное испытание новой расширяющейся добавки	33
<i>Рыспанов Н. Б.</i> Оптимизация крупности кусков в штабеле при кучном выщелачивании золота	38
<i>Пак Г. А., Долгоносков В. Н.</i> Расчет шагов обрушения основной кровли и газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна	43
<i>Кенжин Б. М.</i> Сейсмологические модели мощных угольных пластов Карагандинского бассейна	50
<i>Айдосов А. А., Айдосов Г. А., Тойбаев С. Н.</i> Основные выводы моделирования распространения взрывных волн в многослойном неоднородном полупространстве	56
<i>Байсанов С. О., Жумагалиев Е. У., Нурғали Н. З.</i> Изучение вязкости и фазового состава шлаков алюмосиликотермического ферритана	61

МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Нурмаганбетов А. С.</i> Нагружение рабочих органов землеройных машин при их движении в глинистом растворе	67
--	----

ТРАНСПОРТ

<i>Муратов А. М., Бекетов Б. Ш.</i> Разработка конструкции замедлителя железнодорожных вагонов при спуске с сортировочной горки	75
---	----

<i>Финк В. К., Финк З. И.</i> Железнодорожный путь для метрополитена г. Алматы	81
--	----

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

<i>Дудкин М. В., Касымов А. Е.</i> Определение давления пучения грунтового основания автомобильных дорог на асфальтобетонное покрытие	91
---	----

АВТОМАТИКА. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<i>Самигулина Г. А., Самигулина З. И., Ким Э. К.</i> Разработка программного обеспечения для построения квазирасщепленных стохастических систем управления	96
<i>Соколова С. П., Пащенко Г. Н.</i> Пакет прикладных программ для исследования интервальной иммунологической системы	103
<i>Джундибаев В. Е., Кочетков А. В., Кадыров Ж. Н.</i> Адаптация пропорциональных и знаковых подналадок при автоматизации систем управления и контроля ленточных конвейеров	107

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Касымов С. К., Тулеуов Е. Т.</i> Использование эндокринного сырья КРС для производства биологически активных продуктов	111
---	-----

БИОЛОГИЯ. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Моисеенко О. В.</i> Приспособление к жаткам-хедерам для образования стерневых кулис	117
<i>Турабаев А. Т., Акимбеков А. Р., Нурмаханбетов Д. М.</i> Совершенствование лошадей куландинского внутривидового типа на основе линейного разведения	121

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Айбасов Е. Ж., Аралов А. А., Айбасова С. М., Кабыл А. А., Жаксылыкова Г.</i> Промышленные испытания катализатора «Мухамеджан-1» для очистки сточных вод и отходящего печного газа от фосфора на Новоджамбулском фосфорном заводе	127
<i>Мамбетов Б. Т.</i> Аэрокосмический мониторинг искусственных лесных экосистем, произрастающих на юго-востоке Казахстана	132
Информация	136

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ. ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

<i>Андреева А. П.</i> In vitro жағдайларында анабазин алу	9
<i>Жусупова А. И.</i> <i>Cuscuta campestris</i> yuncker - ден субстанциялар бөліп алуды оңтайландыру	13

КЕН ІСІ. ГЕОЛОГИЯ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Рогов А. Е., Балмағанбетова Ф. Т.</i> Мұнайдың аудандық суббасының әртүрлі схемаларының параметрлері мен сипаттамаларын оңтайландырудың математикалық моделі	18
<i>Долгоносоев В. Н.</i> Біртекті жағдаудың тұрақтылығы қоры коэффициентінің қателігін анықтау	25
<i>Ягудеев Р. Ш.</i> Жаңа кеңейтетін қоспаның тәжірибелік-өнеркәсіптік сыналуы	33
<i>Рыспанов Н. Б.</i> Алтынды үйінділеп сілтілеу кезінде штабелде кесектердің ірілігін оңтайландыру	38
<i>Пак Г. А., Долгоносоев В. Н.</i> Қарағанды бассейнінің шахталарында негізгі төбенің бұзылу қадамдары мен газ бөлінулерін есептеу	43
<i>Кенжин Б. М.</i> Қарағанды көмір бассейнінің күшті көмір қатпарларының сейсмологиялық моделдері	50
<i>Айдосов А. А., Айдосов Г. А., Тойбаев С. Н.</i> Көпқабатты біртекті емес жарты кеңістіктегі жарылыс толқындарының таралуын моделдеудің негізгі қорытындылары	56
<i>Байсанов С. О., Жұмағалиев Е. У., Нұрғали Н. З.</i> Алюмосиликотермиялық ферротитан қождарының тұтқырлығы мен фазалық құрамын зерттеу	61

МАШИНАЖАСАУ

<i>Нурмағанбетов А. С.</i> Жерқазғыш машиналардың сазды ерітіндіде қозғалу кезінде жұмыс органдарының жүктелуі	76
--	----

КӨЛІК

<i>Муратов А. М., Бекетов Б. Ш.</i> Теориялық негіздеу және сұрыптау төбешігінен түскен кездегі теміржол вагондары бәсеңдеткіштерінің құрылысын жасау	75
---	----

<i>Финк В. К., Финк З. И.</i> Алматы қ. Метрополитеніне арналған темір жол	81
--	----

ҚҰРЫЛЫС. СӘУЛЕТ

<i>Дудкин М. В., Қасымов А. Е.</i> Автомобиль жолдарының асфальттік қабатына арналған топырақ негізінің ісіну қысымын анықтау	91
---	----

АВТОМАТИКА. ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ

<i>Самигулина Г. А., Самигулина З. И., Ким Э. К.</i> Квазижанқаланған стохастикалық басқару жүйелері үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді жасау	96
--	----

<i>Соколова С. П., Пащенко Г. Н.</i> Аралық иммунологиялық жүйені зерттеуге арналған қолданбалы программалар топтамасы	103
--	-----

<i>Жүндібаев В. Е., Кочетков А. В., Қадыров Ж. Н.</i> Таспалы конвейерлердің басқару және бақылау жүйелерін автоматтандыру кезінде үйлесімді және таңбалық реттеуіштерді бейімдеу	107
---	-----

ТАМАҚ ӨНЕРКӘСІБІ

<i>Қасымов С. К., Түлеуов Е. Т.</i> Мүйізді ірі қара малдардың эндокриндік шикізатын биологиялық белсенді өнім өндіру үшін пайдалану	111
--	-----

БИОЛОГИЯ. АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

<i>Моисеевко О. В.</i> Сабақтық ықтырмалар түзу үшін астық орғыштарға арналған құрал	117
--	-----

<i>Турабаев А. Т., Әкімбеков А. Р., Нұрмаханбетов Д. М.</i> Құланды тұқымішілік типінің жылқыларын сызықтық көбейту негізінде жетілдіру	121
---	-----

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ

<i>Айбасов Е. Ж., Аралов А. А., Айбасова С. М., Қабыл А. А., Жақсылықова Г.</i> Жаңажамбыл фосфор зауытында ағынды сударды және шығатын пеш газын фосфордан тазалауға арналған «Мұхаметжан-1» катализаторының өнеркәсіптік сынақтары	127
--	-----

<i>Мамбетов Б. Т.</i> Қазақстанның оңтүстік шығысында өсетін жасанды орман экосжүйелерін аэроғарштық мониторингтеу	132
--	-----

Өнертабыстар	136
---------------------------	-----

CONTENT

CHEMISTRY. CHEMICAL TECHNOLOGIES

<i>Andreyeva A. P.</i> Preparation of anabasine in vitro	9
<i>Zhusupova A. I.</i> Optimizing of the substance eduction from <i>Cuscuta campestris yuncker</i>	13

MINING. GEOLOGY. METALLURGY

<i>Rogov A. E., Balmaganbetova F. T.</i> A mathematical model of various aerial flooding oil schemes parameters and characteristics optimization	18
<i>Dolgonosov V. N.</i> Determination of the stability factor error of a homogeneous slope	25
<i>Yagudeyev R. Sh.</i> Experimental-industrial testing of the new expanding additives	33
<i>Ryspanov N. B.</i> Optimization of pieces size in a pile during heap leaching of gold	38
<i>Pak G. A., Dolgonosov V. N.</i> The calculation of the basic steps of roof collapse and gas evolution in the mines of Qaraghandy coal-field	43
<i>Kenzhin B. M.</i> Seismic models of the thick coal-seams of Qaraghandy coal-field	50
<i>Aidosov A. A., Aidosov G. A., Toibayev S. N.</i> Main conclusions of blast waves transmission modeling in multilayer nonhomogeneous half-space	56
<i>Baisanov S. O., Zhumagaliyev E. U., Nurgali N. Z.</i> The study of viscosity and the phase composition of the alyumosilikotermicheskogo ferro-titanium slags	61

MACHINE-BUILDING

<i>Nurmaganbetov A. S.</i> Load of labour body of earth-moving machines during their movement in clay solution (sludge)	67
---	----

TRANSPORT

<i>Muratov A. M., Beketov B. Sh.</i> Development of a retarding mechanism design for railway cars at descent from inclined surface separator	75
<i>Fink V. K., Fink Z. I.</i> Railway line for the Metro in Almaty	81

CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

<i>Dudkin M. V., Kasymov A. E.</i> Determining of motor road soil heaving pressure on asphalt carpet	91
--	----

AUTOMATICS. COMPUTER ENGINEERING

<i>Samigulina G. A., Samigulina Z. I., Kim E. K.</i> Development of a piece of software for construction of the quasi-splitting stochastic control systems	96
<i>Sokolova S. P., Pashchenko G. N.</i> Package of applied programs for interval immunological system research	103
<i>Zhundibayev V. E., Kochetkov A. V., Kadyrov Zh. N.</i> Adaptation of proportional and signed corrective maintenance under automation of control system and control of band conveyors	107

FOOD INDUSTRY

<i>Kasymov S. K., Tuleuov E. T.</i> Use of cattle's endocrine raw materials for manufacture of biological active products	111
---	-----

BIOLOGY. AGRICULTURE

<i>Moiseyenko O. B.</i> Accessories for harvester combine header that form stubble links	117
<i>Turabayev A. T., Akimbekov A. R., Numakhanbetov D. M.</i> Breeding of horses of Kulandy inbreed type based on line breeding	121

ENVIRONMENTAL PROTECTION

<i>Aibasov E. Zh., Aralov A. A., Aibasova S. M., Kabyl A. A., Zhaksylykova G.</i> Industrial test of the catalyst «Muhamedzhan-1» for the treatment of wastewater and waste gas from the furnace from phosphorus in the phosphoric Novozhambyl plant	127
<i>Mambetov B. T.</i> Aerospace monitoring of artificial forest ecosystems growing in south-eastern Kazakhstan	132
Inventions	136

УДК 582.473:547.94

МРНТИ 31.23.21, 34.31.33

ПОЛУЧЕНИЕ АНАБАЗИНА В УСЛОВИЯХ IN VITRO

А. П. Андреева, к.б.н.

Институт органического синтеза и углекими

Жануырлардың жұқпалы ауруы – бұзаутаға қарсы жоғары белсенділік көрсететін анабазиннің жаңа туындысы алынған.

Түйінді сөздер: анабазин, бұзаута.

A new derivative of anabasine, shows high activity against an infectious disease of animals – trichophytosis.

Key words: anabasine, ringworm.

Обеспечение животноводческого комплекса отечественными лекарственными средствами для лечения инфекционных заболеваний, таких, как стригущий лишай, требует принятия срочных мер по разработке и организации производства новых лекарственных препаратов на базе местных сырьевых ресурсов.

Объект изучения *Anabasis aphylla* L. (*A. aphylla*) содержит 2,0-4,0 % (до 12,0 %) алкалоидов: анабазин, афиллин, афиллидин, лупунин, оксиафиллин, оксиафиллидин и др. Главным из алкалоидов является анабазин – бесцветная густая жидкость; легко растворим в воде и обычных органических растворителях, дает кристаллические соли с минеральными и органическими кислотами. В растении находится преимущественно в виде щавелево-кислой соли. Содержание анабазина в сумме алкалоидов составляет 60,0 %, варьируя от 5,0 до 95,0 %. В сырье анабазина содержится 1,7-2,0 %, иногда до 7,0 %.

Путем химической модификации молекулы анабазина получили новое его производное, которое проявило высокую активность против стригущего лишая. Новая лекарственная форма линимент «Антилишай» имеет регистрационное удостоверение № РК-ВП-4-0012-03.

Обеспечение расширенного производства остродефицитных лекарственных средств биотехнологическими методами требует разработки количественных подходов к выращиванию растительного сырья *in vitro*. Сформулированные в соответствии с утвержденными нормативными документами, определяющими порядок описания технологии, результаты подобных исследований могут быть представлены регламентами производства биотехнологических продуктов. При этом необходимо отметить, что лимитирующим фактором, ограничивающим продуктивность штаммов различной природы, является узкая избирательность к физико-химическим показателям. Значение биотехнологической разработки получения растительных алкалоидов объясняется их высокой биологической активностью.

Для получения культуры клеток использовали семенной материал с опытного поля РГП «Юго-Западный научно-производственный центр сельского хозяйства» (г. Шымкент). Макроэлементы питательной среды Мурасиге – Скуга были ранжированы по степени влияния на ростовые показатели каллусной массы. Основной задачей первого этапа культивирования явилось получение достаточного объема каллусной массы. Эксперименты были проведены с использованием математической модели. Агаризованную среду получали с использованием агар-агар (*Hispanagar S. A Spain*). Фитогормональный баланс питательной среды был представлен гормонами ауксинового ряда дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-Д) и цитокинами – кинетином (*SERVA*, Германия). Субкультивирование клеток проводили в ламинарном шкафу ЛШ-1 (Россия). Уровень pH контролировали на портативном pH-метре «Марк-901». Оценку структурных и количественных изменений и фотосъемку каллусной ткани в условиях эксперимента осуществляли на микроскопе «Микмед-6».

Изучение биосинтетических возможностей культуры тканей *A. arphylla* предусматривало первичный отбор наиболее продуктивных линий по ростовому индексу (РИ) и содержанию анабазина. Для выбора оптимального донорного растения были отобраны семена 41 морфологически разных форм *A. arphylla*. Использовались каллусы из эксплантов семядольных листьев, контролировали РИ и анализировали количество анабазина на 30-е сутки культивирования. Наиболее продуктивными как по приросту биомассы, так и по синтезу анабазина формами донорных растений являются – 4, 11, 95, 129, 131. Хотя формы 3, 27, 38 имеют хороший ростовой индекс, уровень содержания анабазина в них очень низкий. Формы 17, 34, 34(а), 378, напротив, имеют высокий уровень анабазина, но низкий ростовой индекс.

Отмечено, что способность к биосинтезу анабазина каллусных тканей напрямую зависит от продуктивности донорных растений. Это скорее всего свидетельствует о том, что уровень биосинтеза анабазина у *A. arphylla* является генетически детерминированным признаком, и факторы, способствующие каллусообразованию, незначительно влияют на экспрессию генов, ответственных за синтез веществ пиперидинового ряда, и в данном случае – на синтез алкалоида анабазин.

На основе полученных данных отобрана форма № 95 с оптимальными ростовыми и продукционными показателями для дальнейших работ по изучению возможности получения анабазина биотехнологическими методами.

Анализ степени накопления анабазина тканевыми линиями различного происхождения с различными морфогенетическими возможностями показал, что наиболее высоким уровнем биосинтеза анабазина обладают эмбриогенные линии, полученные из листовых протопластов. Также достаточно высокий уровень синтеза имеют линии семядольного происхождения как из протопластов, так и в случае использования самих семядольных листьев в качестве эксплантов.

Поскольку в интактном растении не наблюдается формирование специальных хранилищ высокого порядка, и пиперидин, в состав которого входит и никотин, накапливаются в *A. arphylla* в основном в межклеточниках и простых железистых волосках, можно объяснить способность накапливать анабазин активно пролиферирующими слабодифференцированными тканями. И поскольку большее количество лизина, который является предшественником пиперидиновых оснований, накапливается при более высокой дифференциации, можно предположить, что увеличивается и синтез анабазина в таких эмбриогенных каллусах.

Продуктивность донорных растений *A. arphylla* определяет способность к синтезу анабазина у каллусных тканей и на этой основе отобрана линия № 95, отличающаяся удовлетворительным уровнем накопления анабазина и ростовым индексом. Также для увеличения биосинтетических возможностей необходимо отобрать эмбриогенную автотрофную ткань, которая получается при использовании в качестве эксплантов протопластов, семядольных и настоящих листьев на среде, где в качестве фитогормонов используют 2,4-Д – 2 мг/л и кинетин – 0,2 мг/л. Тем не менее следует отметить, что использование в качестве исходного материала изолированных протопластов невыгодно из-за усложнения технологического процесса.

При планировании и анализе процесса оптимизации состава питательной среды использовали оригинальную методику построе-

ния многомерных моделей на ЭВМ по программе ANETR21. На выходе программа, кроме аналитического характера частных связей, дает их графики, оценку надежности, ранжирует факторы по силе воздействия на результат, позволяет выделить существенно влияющие факторы. Графики частных связей позволяют проводить оптимизацию процесса без применения специального математического аппарата.

Анализ изменения среднеквадратичного отклонения исследуемых факторов показал, что его средние показатели лежат в рамках допустимых изменений. Полученные данные указывают на то, что созданная модель может считаться удовлетворительной и факторы 1, 2, 3 соответственно $\text{KН}_2\text{PО}_4$, NH_4NO_3 , KNO_3 влияют более сильно на рост и синтез анабазина в культуре клеток *A. arhylla*. В то же время нельзя утверждать, что CaCl_2 и MgSO_4 вообще не влияют или слабо влияют на рост каллусной ткани. Данные анализа указывают только на более сильное воздействие азотного, фосфорного и калийного питания.

По результатам эксперимента можно с высокой достоверностью утверждать, что максимальный ростовой индекс достигается при содержании, мг/л: KNO_3 – 3800, NH_4NO_3 – 1600, $\text{KН}_2\text{PО}_4$ – 340, MgSO_4 – 370, CaCl_2 – 440.

Кроме того, отмечено, что снижение в среде концентраций азот- и фосфорсодержащих элементов приводит к подавлению роста и к увеличению синтеза анабазина в культуре каллусной ткани *A. arhylla*. Увеличение содержания сульфата магния в культивационной среде вызывает увеличение синтеза анабазина.

Таким образом, выявленные особенности минерального питания каллусной ткани *A. arhylla* показывают, что активный прирост биомассы в основном зависит от соотношения нитратного и аммонийного азота. При этом более предпочтительно преобладание нитрата и увеличение общего уровня фосфатов и ионов калия. Увеличение уровня накопления анабазина, которое наблюдается при ощущаемом снижении основных минеральных компонентов среды, предположительно связано со стрессовым характером дефицита минерального питания.

Изучение влияния витаминов на рост культуры каллусной ткани *A. arhylla* и синтез анабазина показало, что отсутствие их в составе среды не вызывает кардинального изменения роста каллусной массы. Влияние глицина на увеличение синтеза анабазина свидетельствует, что данная аминокислота является одним из факторов, активизирующих биосинтез анабазина. Необходимо дальнейшее, более детальное изучение путей ассимиляции глицина на предмет включения его в состав лизина – предшественника анабазина.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ СУБСТАНЦИИ
ИЗ CUSCUTA CAMPESTRIS YUNCKER****А. И. Жусупова**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Cuscuta campestris yuncker-ден субстанциялар бөліп алудың оңтайлы технологиясы жасалған, оның сапалық және сандық құрамы мен антиоксиданттық белсенділігі анықталған.

Түйінді сөздер: *Cuscuta campestris yuncker*, субстанциялар бөлінуі, антиоксиданттық белсенділік.

An optimal technology of substance education from field dodder (*C. campestris*), qualitative and quantitative composition and antioxidant activity of it has be determened.

Key words: Field dodder, substances education, antioxidant activity.

Целью настоящего исследования является разработка оптимальной технологии выделения из *Cuscuta campestris* комплекса биологически активных веществ (БАВ) – субстанции, определение ее компонентного состава и антиоксидантной активности.

Качество растительного материала было оценено визуально и с определением таких показателей, как влажность, общая зола, зола, нерастворимая в 10 %-ной HCl, с использованием стандартных методик, принятых для установления доброкачественности фармакопейных образцов [1-2]. Влажность и общая зола исследуемого растительного материала составляют 2,57 и 5,4 % соответственно. Высокое процентное содержание золы, нерастворимой в 10 %-ной HCl (19,4 %), указывает на высокий уровень минерализации исходного сырья, однако данный показатель не превышает таковой для некоторых фармакопейных объектов [1].

При разработке оптимальной технологии выделения субстанции из растительного сырья в виде сухого экстракта параметром оптимизации во всех вариантах экстракции служила ее количественная оценка. Переменными факторами при этом являлись измельченность сырья, подбор оптимального экстрагента, его соотношения с

сырьем, продолжительность, температура экстракции и ее кратность. На переменные факторы были введены следующие ограничения:

- измельченность сырья 1-3 мм,
- соотношение сырья и экстрагента 1:4 – 1:12,
- время одной экстракции 1-48 ч,
- температура – 22-60 °С ,
- число экстракций – 1-3.

При производстве растительных субстанций, выделяемых в виде сухих экстрактов из сырья, определяющими факторами являются продолжительность экстракций и их число, обеспечивающие полноту извлечения БАВ из сырья, а в равновесных способах - равновесие в системе «твердое тело – жидкость» [3]. Продолжительность экстракций зависит от некоторых факторов, а именно от размера частиц сырья, температуры, природы и объема растворителя [3, 4].

Для определения степени измельчения растительного сырья проводили ситовой анализ с помощью сит, используемых для анализа лекарственного сырья по общепринятой методике [1]. Установлено, что размер частиц не должен превышать 3 мм, именно такой измельченности сырье использовалось при установлении оптимальных условий выделения субстанций из растений *S. campestris*. При этом в исходном материале сохраняется клеточная структура и преобладают диффузионные процессы, а полученная вытяжка содержит меньше механических примесей и легче очищается [4].

Для максимального извлечения экстрактивных веществ были использованы различные растворители, отличающиеся по полярности (таблица).

Таблица

Зависимость выхода субстанции от природы экстрагента

Экстрагент	Вода	Этиловый спирт, %					Ацетон	50 %-ный ацетон	Бензол	Этил-ацетат
		10	30	50	70	96				
Выход, %	4,12	4,57	13,62	22,41	20,5	19,03	20,32	23,72	2,86	1,73

Наиболее оптимальными экстрагентами, извлекающими максимальное количество БАВ, являются 50 %-ные водные растворы ацетона и этилового спирта. Причем последний является наиболее предпочтительным в силу его значительно меньшей токсичности для организма, а также экономической и экологической выгоды примене-

ния. Кроме того, применение 50 %-ного этанола в отличие от 50 %-ного ацетона не требует определения остаточного количества растворителя в субстанции при ее стандартизации и составлении нормативной документации.

При установлении оптимального соотношения сырья и растворителя учитывалось то, что при неизменном количестве растительного материала, чем больше экстрагента будет участвовать в экстракционном процессе, тем больше вещества будет растворено и вынесено за пределы клетки и межклеточного пространства, так как движущей силой массопереноса является разность концентраций веществ внутри и вне растительной клетки, т. е. во внешнем соке [3]. Для определения оптимального объема экстрагента изменялся объем растворителя от 4- до 12-кратного его избытка при постоянстве других параметров. Было показано, что максимальный выход субстанции наблюдается при соотношении сырья и растворителя 1:8.

Известно, что экстрагирование из обезвоженного сырья с клеточной структурой на первой стадии начинается с проникновения экстрагента в материал, смачивания веществ, находящихся внутри клетки, растворения и десорбции их. Далее следует молекулярный перенос растворенных веществ вначале в экстрагент, находящийся в межклеточном пространстве, затем в экстрагент, заполняющий микро- и макротрещины, и наконец, на поверхность кусочков материала [4]. В связи с этим было изучено оптимальное время экстракции, необходимое для максимального извлечения субстанции из сырья, и оно варьировалось от 1 до 48 ч при постоянстве всех других параметров. Показано в эксперименте, что 10-часовая продолжительность экстракции является оптимальной.

Установлено, что при увеличении температуры до 30 °С выход субстанции наибольший (22,73 %), но это изменение незначительно по сравнению с таковым при температуре 20-23 °С (22,35 %), а начиная с 50 °С наблюдается тенденция его снижения до 18,48 %, что предположительно связано с экстрагированием из растительного сырья наряду с целевыми соединениями балластных веществ. Экспериментально также найдено, что экстракцию необходимо проводить дважды для оптимального извлечения комплекса БАВ из сырья и его максимального изощрения.

Таким образом, оптимальными условиями извлечения субстанции из *S. campestris* при 3-кратной повторности исследуемых серий опытов являются 10-часовая 2-кратная их экстракция 8-кратным избытком 50 % этанола при температуре 20-23 °С. Первый и второй экстракты объединяли, концентрировали и использовали для иден-

тификации компонентного состава субстанции. Методом газовой хроматографии (ГХ) установлено наличие в субстанции всех известных природных 20 α -аминокислот. Причем на долю незаменимых приходится 28,1 %, что свидетельствует о питательности исследуемого объекта [5].

Жирные кислоты в виде их метиловых эфиров также анализировали методом ГХ [6]. Идентификацию высших карбоновых кислот жирного ряда проводили по стандартному раствору метиловых эфиров жирных кислот и по относительным временам их удерживания. Количественное содержание определяли по площадям пиков, которые рассчитывали как произведение высоты пика на его ширину, измеренную на половине высоты. Исследуемая субстанция отличается высоким содержанием ненасыщенных кислот (80 % общего содержания жирных кислот), из них на долю моноеновых приходится 53,6 %, полиеновых - 26,4 %. Методами бумажной и тонкослойной хроматографии с применением аутентичных образцов в субстанции установлено наличие сахарозы и фруктозы, пирокатехина, кверцетина, рутина и кофейной кислоты. Количественное содержание флавоноидов в субстанции в пересчете на кверцетин составило 4,23 % [1, 2]. Микроэлементный состав субстанции определяли методом атомно-абсорбционного спектрального анализа [7]. Содержание тяжелых металлов, и в первую очередь свинца (19,87 мкг/г субстанции) и кадмия (0,67 мкг/г) не превышает норм, предъявляемых к их наличию в лекарственной субстанции [2]. Субстанция содержит в достаточных количествах все необходимые микроэлементы, но отличается высоким содержанием Na (4544,53 мкг/г), K (2878,42 мкг/г) и Mg (543,61 мкг/г).

Исследование антиоксидантных свойств субстанции проводили общепринятыми методами [8]. Этанольный экстракт не влиял на накопление соединений, взаимодействующих с тиобарбитуровой кислотой без индукции перекисного окисления липидов (ПОЛ). В то время как при 60-минутной индукции ПОЛ системой Fe^{2+} +аскорбат увеличивающаяся концентрация экстракта (20-100 мкг экстракта/мг белка) ингибировала накопление малонового диальдегида в микросомах печени крыс, снижая его содержание с 17,4 нМ в контроле до 2,7 нМ для 50 %-ного этанольного экстракта. Сравнительное изучение антиоксидантных свойств этанольного экстракта *S. campestris* с таковыми α -токоферола показало, что их эффективность против ПОЛ микросом печени крыс практически одинакова.

В результате исследования установлено, что в субстанции, получаемой из растения *S. campestris*, содержится значительное количество флавоноидов, ненасыщенных кислот жирного ряда, незамеени-

мых аминокислот и разнообразных микроэлементов, их синергичное действие, что и определяет антиоксидантную активность исследуемой субстанции.

Литература

1. Государственная фармакопея СССР. – М.: Медицина. – 1990. – Вып. 2. – 399 с.
2. European Pharmacopoeia. Strasbourg, 2001. – 1705 p.
3. Азарян Р. А., Муравьев И. А. // Фармация, 1985. – № 2. – 44 с.
4. Чуешов В. И., Чернов Н. Е., Хохлова Л. Н. и др. Промышленная технология лекарств. – Харьков: НФАУ МТК, 2002. – Т. 1. – 560 с.; Т 2. – 716 с.
5. Adams P. // J. Chromatogr., 95, 1974. – № 2. – 188 p.
6. Кейтс М. Техника липидологии. – М.: Медицина, 1975. – 300 с.
7. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. – Л.: Химия, 1983.
8. Kon' I., Gorgoshidze L., Vasileva O., Kulakova S. // Biochem., 51, 1986. – 70 p.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ
ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ
ПЛОЩАДНОГО ЗАВОДНЕНИЯ НЕФТИ**

А. Е. Рогов, д.т.н., Ф. Т. Балмаганбетова*

Институт горного дела
Актобинский университет «Дуние»*

Мұнайдың аудандық субасуы схемаларының параметрлері мен сипаттамалары үшін математикалық моделдеудің оңтайлаушы моделі жасалған және жүзеге асырылған.

Түйінді сөздер: математикалық моделдер, мұнайды аудандық субасуы, мұнай.

Designed and implemented optimization model of mathematical modeling for the parameters and characteristics of flooding the oil area patterns.

Key words: mathematical models, areal flooding of oil, oil.

Для оценки эффективности заводнения пластов нефти принимаются 2 критерия оптимальности:

– суммарные затраты на бурение, сооружение скважин и их эксплуатацию на конкретном нефтедобывающем участке месторождения (НДУ) за срок его отработки – J_1 , \$ или тенге;

– суммарная прибыль за период отработки НДУ – J_2 , \$ или тенге.

Таким образом, стратегия проектирования параметров НДУ и оперативного управления им по векторному критерию будет иметь вид:

$$\bar{J} = (J_1; J_2)$$

$$\left. \begin{array}{l} J_1 \rightarrow \min, \\ J_2 \rightarrow \max. \end{array} \right\}$$

Рассмотрим вопросы оптимизации радиуса и площади ячейки по критериям оптимальности J_1 и J_2 .

В общем виде при отсутствии зависимости цены на нефть при ее добыче на конкретном НДУ с заводнением пластов минимальное значение критерия J_1 обеспечивает максимальное значение прибыли J_2 .

Следовательно, имеем:

$$J_1 = J_{1.1} + J_{1.2} + J_{1.3} \rightarrow \min,$$

где $J_{1.1}$ – затраты на бурение и оснастку нагнетательных и добычных скважин в пределах НДУ, \$;

$J_{1.2}$ – эксплуатационные затраты на заводнение пластов и на добычу нефти, \$;

$J_{1.3}$ – затраты по НДУ, не зависящие от геометрии и радиуса, \$.

Обозначим через $S_{бл}$ площадь разрабатываемого НДУ, м². Тогда при радиусе ячейки R_0 , м имеем следующие ее площади, м²:

– гексагональная ячейка $S_я = 2,6R_0^2$;

– квадратная ячейка $S_я = 2,0R_0^2$;

– треугольная ячейка $S_я = 1,3R_0^2$.

Круглые ячейки в данном исследовании не рассматриваются вследствие сложности пока в определении линий тока в ячейках, их стыковки в пределах НДУ и наличия так называемых «мертвых зон». Число скважин – нагнетательных и добычных – теперь можно определить по простейшей формуле:

$$N_{ск} = \frac{S_{бл}}{S_я} + n \frac{S_{бл}}{S_я} = \frac{S_{бл}}{S_я} (n + 1), \quad (1)$$

При этом $S_я$ для различных геометрических фигур будет равно:

– гексагональная – $2,6R_0^2$, (2)

– квадратная – $2,0R_0^2$, (3)

– прямоугольная ($b = 2a$) – $1,6R_0^2$, (4)

– треугольная – $1,3R_0^2$. (5)

Подставляя (2)÷(5) в (1), получим:

– гексагональная ячейка при $n = 2,6$:

$$N_{ск} = \frac{S_{бл}}{2,6R_0^2} (n + 1); \quad (6)$$

- квадратная ячейка при $n = 2$:

$$N_{\text{ск}} = \frac{S_{\text{бл}}}{2R_o^2} (n + 1); \quad (7)$$

- прямоугольная ячейка:

$$N_{\text{ск}} = \frac{S_{\text{бл}}}{1,6R_o^2} (n + 1); \quad (8)$$

- треугольная ячейка:

$$N_{\text{ск}} = \frac{S_{\text{бл}}}{1,3R_o^2} (n + 1). \quad (9)$$

Таким образом, из уравнений (6)-(9) следует, что минимальным количеством нагнетательных и добычных скважин при равных площадях ячеек в пределах блока НДУ обладает гексагональная ячейка, а максимальным – треугольная.

Время поршневого вытеснения нефти в пределах НДУ определяется по формулам:

- гексагональная ячейка:

$$T_{\text{в.1}} = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_n}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{фв}} \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\frac{\ln R}{R_c}\right)}, \text{ сут.} \quad (10)$$

- квадратная ячейка:

$$T_{\text{в.2}} = \frac{174 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_n}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{фв}} \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\frac{\ln R}{R_c}\right)}, \text{ сут.}, \quad (11)$$

- прямоугольная ячейка в рядной сети при $b = 2a$:

$$T_{\text{в.3}} = \frac{144 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_n}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{фв}} \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\frac{\ln R}{R_c}\right)}, \text{ сут.} \quad (12)$$

В общем случае:

$$T_{\text{в.4}} = \frac{86,4 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_n (\alpha + 0,5)^2}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{фв}} \cdot n \cdot S_H (\alpha^2 + 0,25) \cdot \ln\left(\frac{\ln R}{R_c}\right)}, \text{ сут.}, \quad (13)$$

где все входящие параметры в (10)÷(13) уже были оговорены ниже.

Зная время поршневого вытеснения нефти в пределах НДУ из продуктивного пласта и фиксированные эксплуатационные затраты C_3 , можно записать функцию цели по J_1 и J_2 в зависимости от главного параметра R_o радиуса ячейки, как

$$J_1 = \frac{S_{6л}}{n_j R_o^2} (n_j + 1) + T_{в,j} R_o C_3 + J_{1,3} \rightarrow \min. \quad (14)$$

Следует отметить, что в функции цели (14) при росте R_o – радиуса ячейки затраты на проходку и оснастку их уменьшаются, но вследствие увеличения срока отработки НДУ с ростом R_o эксплуатационные затраты увеличиваются. Затраты $J_{1,3}$, не зависящие от радиуса ячейки R_o , являются постоянными от времени t .

В функции (14) содержится явный минимум затрат, который исчисляется из решения уравнения:

$$\frac{\partial J_1}{\partial R_o} = \frac{2S_{6л}}{n_j R_o^3} (n_j + 1) + \frac{\partial T_{в,j}}{\partial R_j} = 0. \quad (15)$$

Обозначим через параметр ξ отношение:

$$\xi = \frac{\mu_{в}}{\mu_{н}}, \text{ тогда } K_{фн} = K_{фв} \frac{\mu_{в}}{\mu_{н}}, \quad (16)$$

где $\mu_{в}$, $\mu_{н}$ – вязкость воды и нефти соответственно, Па·с.

Конечные формулы для вычисления T_o запишем в виде:

– гексагональная ячейка:

$$T_o = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_п}{\xi \cdot \bar{K}_{фв} \cdot n \cdot S_n \cdot \ln \left(\frac{\ln R}{R_o} \right)}, \text{ сут.} \quad (17)$$

– квадратная ячейка:

$$T_o = \frac{174 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_п}{\xi \cdot \bar{K}_{фв} \cdot n \cdot S_n \cdot \ln \left(\frac{\ln R}{R_o} \right)}, \text{ сут.}, \quad (18)$$

где $K_{\text{фн}} = \bar{K}_{\text{фв}} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{н}}}$ – коэффициент фильтрации нефти, м/сут.

Прямоугольная ячейка в рядной сети при $b = \alpha \cdot a$ при $b = 2a$:

$$T_o = \frac{144 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_{\text{п}}}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{фв}} \cdot n \cdot S_{\text{н}} \cdot \ln\left(\frac{\ln R/R_c}{R_c}\right)}, \text{сут.} \quad (19)$$

В общем случае:

$$T_o = \frac{86,4 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_{\text{п}} (\alpha + 0,5)^2}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{фв}} \cdot n \cdot S_{\text{н}} (\alpha^2 + 0,25) \cdot \ln\left(\frac{\ln R/R_c}{R_c}\right)}, \text{сут.}, \quad (20)$$

где R – радиус ячейки, м;

$\bar{K}_{\text{п}}$ – среднее значение эффективной пористости продуктивного пласта в ячейке, доли ед.;

$\bar{K}_{\text{ф}}$ – среднее значение коэффициента фильтрации нефти в продуктивном пласте ячейки, м/сут., где $K_{\text{фн}} = K_{\text{фв}} \mu_{\text{в}}/\mu_{\text{н}}$;

$S_{\text{н}}$ – динамический напор на нагнетательной скважине, м вод. ст. или Па;

R_c – радиус нагнетательной скважины, м;

$n = \frac{N_{\text{н}}}{N_{\text{д}}}$ – отношение числа нагнетательных скважин к числу добычных на участке, блоке;

α – параметр, обычно $\alpha = 2$.

Составим функцию цели по затратам, которые необходимо минимизировать, имея на управлении 3 схемы, параметр R – радиус и площадь ячейки:

$$J = J_1 + J_2 + J_3 \rightarrow \min, \quad (21)$$

где $J_1(R)$ – затраты на бурение, оснастку скважин, схема гексагональная:

$$J_1(R) = \frac{S_o(n+1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H}{2,6R^2}, \$, \quad (22)$$

Эксплуатационные затраты:

$$J_2(R) = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \bar{K}_n \cdot C_9}{\xi \cdot \bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln R_{1.1}/R_c\right)}, \text{ \$}, \quad (23)$$

где $C_{\text{скв}}$ – стоимость 1 м пог. сооружения технологических скважин, \$/м;

H – глубина скважин, м;

C_9 – суточные эксплуатационные затраты по добычному участку, \$/сут;

$R_{1.1}$ – первое приближение радиуса ячейки, м;

J_3 – постоянные затраты, не зависящие от площади ячейки.

Из (22) и (23) однозначно следует, что функция цели (3.56) имеет единственный абсолютный минимум в точке:

$$\frac{\partial J_1}{\partial R} + \frac{\partial J_2}{\partial R} = 0, \quad (24)$$

так как $\frac{\partial J_3}{\partial R} = 0$.

В явном виде функция (24) имеет вид:

$$-\frac{2S_o(n+1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H}{2,6R^3} + \frac{2R \cdot 160 \cdot \bar{K}_n \cdot C_9}{\xi \cdot \bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln R_{1.1}/R_c\right)} = 0 \quad (25)$$

или иначе:

$$416R^4 \cdot \bar{K}_n \cdot C_9 = S_o(n+1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H \cdot \xi \cdot \bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln R_{1.1}/R_c\right). \quad (26)$$

Откуда оптимальный радиус ячейки будет:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_o(n+1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H \cdot \xi \cdot \bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln R_{1.1}/R_c\right)}{416\bar{K}_n \cdot C_9}}. \quad (27)$$

Для квадратной ячейки имеем:

$$\frac{\partial J}{\partial R} = -\frac{2S_o(n+1) \cdot C_{\text{СКВ}} \cdot H}{2R^3} + \frac{2 \cdot 174 \cdot R \cdot \bar{K}_n}{\xi \cdot \bar{K}_{\text{ФВ}} \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\ln R/R_C\right)} = 0. \quad (28)$$

Решая уравнение (28) относительно R , получим:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_o(n+1) \cdot C_{\text{СКВ}} \cdot H \cdot \bar{K}_n \cdot \xi \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\ln R_{1.1}/R_C\right)}{348 \bar{K}_n \cdot C_o}}. \quad (29)$$

Полученные результаты в решении названной проблемы дают возможность в дальнейшем исследовать любые схемы и обосновать метод их сравнения по эффективности.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ
КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ
ОДНОРОДНОГО ОТКОСА**

В. Н. Долгоносов, к.т.н.

Карагандинский государственный технический университет

Біржынысты жағдаудың шекті параметрін анықтау және тұрақтылықтың ықтималдық әдісін есептеудегі қор коэффициентінің орташа квадраттық қателік есептел шығару және ол мақалада қарастырылады. Корреляция мен қаттылық сипаттама арасы мен нақты маңызды шешімді ескере отырып, олардың қор коэффициентінің тұрақтылық әдісімен дисперсиясы анықталды, бекітілді.

Түйінді сөздер: орташа квадраттық қателік, тұрақтылықтың қор коэффициенті.

In article the task of enumerating the mean-square error in the safety factor to the probabilistic method of the stability analysis and determination of the maximum parameters of uniform slope is examined and solved. It is established that the calculation of the dispersion of the margin of safety of stability employing the procedure, which considers correlation between the strength characteristics, will lead to a considerable increase in the accuracy of the solutions.

Key words: mean square error, slope stability, safety factor.

При оценке устойчивости карьерных откосов в общем случае коэффициент запаса устойчивости (КЗУ) является величиной случайной и определяется как отношение предельно возможных (в соответствии с теорией предельного равновесия) удерживающих сил $T_{уд}$ к сдвигающим силам $T_{сдв}$:

$$n = T_{уд} / T_{сдв} . \quad (1)$$

Числитель формулы (1) является величиной случайной, зависящей от точности определения сопротивления горных пород сдвигу.

Пусть график паспорта прочности пород (огибающая кругов Мора) $\tau = \phi(\sigma)$, аппроксимируется уравнением прямой

$$\tau = a_0 + a_1 \sigma \quad (2)$$

где a_0 и a_1 – статистические оценки коэффициента сцепления и тангенса угла внутреннего трения.

Тогда суммарная удерживающая сила равна [1]

$$T_{уд} = a_0 \sum \Delta L_i + a_1 \sum \sigma_i \Delta L_i = a_0 L + a_1 \sum \sigma_i \Delta L_i. \quad (3)$$

Текущее значение коэффициента запаса

$$\begin{aligned} n &= \frac{\sum T_{уд} \Delta L_i}{T_{сдв}} = \frac{\sum (a_0 + a_1 \sigma_i) \Delta L_i}{T_{сдв}} = \frac{1}{T_{сдв}} (a_0 \sum \Delta L_i + a_1 \sum \sigma_i \Delta L_i) = \\ &= \frac{1}{T_{сдв}} (a_0 L + a_1 \sum \sigma_i \Delta L_i), \end{aligned} \quad (4)$$

где L – длина поверхности скольжения, м.

Величина $T_{сдв}$ определяется конфигурацией призмы возможного обрушения, ограниченной свободной поверхностью откоса и линией скольжения, и объемным весом пород. Для рассматриваемой призмы возможного обрушения она является величиной постоянной.

Значение $T_{уд}$ является величиной случайной, зависящей от погрешностей определения коэффициентов a_0 и a_1 .

Если известны среднеквадратические погрешности (СКП) коэффициентов, то СКП функции $T_{уд}$ может быть определена по формуле:

$$M_{T_{уд}}^2 = (f_0)^2 m_0^2 + (f_1)^2 m_1^2 + 2f_0 f_1 m_0 m_1 k_{a_0, a_1}, \quad (5)$$

где $f_0 = \frac{\partial T_{уд}}{\partial a_0} = L$; $f_1 = \frac{\partial T_{уд}}{\partial a_1} = \sum \sigma_i \Delta L_i$;

k_{a_0, a_1} – коэффициент корреляции между a_0 и a_1 .

Подставив в (5), получим

$$M_{T_{уд}}^2 = L^2 m_0^2 + (\sum \sigma_i \Delta L_i)^2 m_1^2 + 2L (\sum \sigma_i \Delta L_i) m_0 m_1 k_{a_0, a_1}. \quad (6)$$

СКП КЗУ отличается на постоянную величину

$$\begin{aligned} M_n^2 &= \left(\frac{M_{T_{уд}}}{T_{сдв}} \right)^2 = \left(\frac{1}{T_{сдв}} \right)^2 \left[L^2 m_0^2 + (\sum \sigma_i \Delta L_i)^2 m_1^2 + \right. \\ &\left. + 2L (\sum \sigma_i \Delta L_i) m_0 m_1 k_{a_0, a_1} \right]. \end{aligned} \quad (7)$$

Выразим $\cos\varphi$ через $\operatorname{tg}\varphi$: $\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi}} = \frac{\sqrt{R^2-(x-x_0)^2}}{R}$,

тогда $N(x) = P(x) \cdot \cos\varphi = \gamma \cdot h(x) \frac{\sqrt{R^2-(x-x_0)^2}}{R}$.

По формуле для вычисления криволинейного интеграла первого рода

$$\int_{DC} N(x) dl = \int_{x_D}^{x_C} N(x) \sqrt{1+[y'(x)]^2} dx. \quad (10)$$

Уравнение, описывающее поверхность скольжения

$$y = y_0 - \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2}, \quad (11)$$

где x_0 и y_0 - координаты центра окружности, вычисляемые по формулам:

$$x_0 = \frac{x_C \cdot \operatorname{tg}\mu + y_C}{\operatorname{tg}\mu - \operatorname{ctg}(\alpha - \mu)} = \frac{(H \cdot \operatorname{ctg}\alpha + r)\operatorname{tg}\mu + (H - H_{90})}{\operatorname{tg}\mu - \operatorname{ctg}(\alpha - \mu)};$$

$$y_0 = -x_0 \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \mu).$$

Производная уравнения (11)

$$\frac{dy}{dx} = \frac{(x - x_0)}{\sqrt{R^2 - (x - x_0)^2}}, \text{ тогда } \sqrt{1+[y'(x)]^2} = \frac{R}{\sqrt{R^2 - (x - x_0)^2}}.$$

Искомый интеграл

$$\int_{DC} N(x) dl = \int_{x_D}^{x_C} N(x) \sqrt{1+[y'(x)]^2} dx = \gamma \int_{x_D}^{x_C} h(x) dx. \quad (12)$$

Таким образом, интеграл нормальных сил по поверхности скольжения численно равен весу призмы обрушения. Так как высота призмы $h(x)$ описывается различными функциями, то искомый интеграл удобно представить в виде суммы двух интегралов

$$\int_{DC} N(x) dl = \gamma \int_{x_D}^{x_E} h(x) dx + \gamma \int_{x_E}^{x_C} h(x) dx. \quad (13)$$

Первый интеграл (участок ДЕ)

$$h(x) = x \operatorname{tg} \alpha - y_0 + \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2}.$$

$$\begin{aligned} \gamma \int_0^{x_E} h(x) dx &= \gamma \int_0^{x_E} \left(x \operatorname{tg} \alpha - y_0 + \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2} \right) dx = \\ &= \gamma \operatorname{tg} \alpha \int_0^{x_E} x dx - \gamma \cdot y_0 \int_0^{x_E} dx + \gamma \int_0^{x_E} \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2} dx. \end{aligned}$$

Первый интеграл представляет собой сумму 3-х интегралов

$$1) \gamma \operatorname{tg} \alpha \int_0^{x_E} x dx = \frac{\gamma \operatorname{tg} \alpha}{2} x^2 \Big|_0^{x_E} = \frac{\gamma \operatorname{tg} \alpha}{2} x_E^2;$$

$$2) -\gamma \cdot y_0 \int_0^{x_E} dx = -\gamma \cdot y_0 \cdot x \Big|_0^{x_E} = -\gamma \cdot y_0 \cdot x_E;$$

3) для вычисления третьего интеграла выполним тригонометрическую подстановку

$$\left| \begin{aligned} x - x_0 &= R \cdot \operatorname{sint}; \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2} = R \cdot \operatorname{cost} \\ x &= x_0 + R \cdot \operatorname{sint}; dx = R \cdot \operatorname{cost} \cdot dt \end{aligned} \right. \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \gamma \int_0^{x_E} \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2} dx &= \gamma \cdot R^2 \int_{t_1}^{t_2} \cos^2 t \cdot dt = \\ &= \frac{\gamma}{2} R^2 \int_{t_1}^{t_2} (1 + \cos 2t) dt = \left[\frac{\gamma}{2} R^2 \left(t + \frac{\sin 2t}{2} \right) \right]_{t_1}^{t_2}. \end{aligned}$$

Здесь пределы интегрирования t_1 и t_2 определяются из подстановки

$$t = \arcsin \frac{x - x_0}{R}; t_1 = \arcsin \frac{-x_0}{R}; t_2 = \arcsin \frac{x_E - x_0}{R}.$$

Второй интеграл (участок ЕС)

$$h(x) = H - y_0 + \sqrt{R^2 - (x - x_0)^2}.$$

$$\begin{aligned} \gamma \int_{x_E}^{x_C} h(x) dx &= \gamma \int_{x_E}^{x_C} \left(H - y_o + \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} \right) dx = \\ &= \gamma(H - y_o) \int_{x_E}^{x_C} dx + \gamma \int_{x_E}^{x_C} \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} dx. \end{aligned}$$

Второй интеграл представляет собой сумму 2-х интегралов

$$1) \gamma(H - y_o) \int_{x_E}^{x_C} dx = \gamma(H - y_o)(x_C - x_E)$$

2) применив тригонометрическую подстановку вида (14), получим

$$\begin{aligned} \gamma \int_{x_E}^{x_C} \sqrt{R^2 - (x - x_o)^2} dx &= \gamma \cdot R^2 \int_{t_2}^{t_3} \cos^2 t \cdot dt = \\ &= \frac{\gamma R^2}{2} \int_{t_2}^{t_3} (1 + \cos 2t) dt = \left\{ \frac{\gamma R^2}{2} \left(t + \frac{\sin 2t}{2} \right) \right\}_{t_2}^{t_3}. \end{aligned}$$

где верхний предел интегрирования $t_3 = \arcsin \frac{x_C - x_o}{R}$.

Рассмотрим пример вычисления СКП КЗУ и предельной высоты откоса для пестроцветных глин Тургайского месторождения при их естественной влажности. Угол откоса $\alpha = 28^\circ$, расчетные физико-механические характеристики пород $k = 5 \text{ тн} / \text{м}^2$, $\rho = 10^\circ$, $\text{tg} \rho = 0,1931$ и $\gamma = 2 \text{ тн} / \text{м}^3$.

СКП определения прочностных характеристик пород массива по данным испытаний и результатам их обработки равны

$$m_a = m_{\text{tg} \rho} = 0,011; \quad m_b = m_k = 0,245 \text{ тн} / \text{м}^2; \quad k_{a,b} = -0,014.$$

Вычислим СКП КЗУ по формулам (7) и (8). С учетом коррелированности коэффициентов a_0 и a_1 по формуле (7):

$$M_n^2 = 1,526 \cdot 10^{-3}; \quad M_n = 0,0391.$$

Пренебрегая коррелированностью коэффициентов a_0 и a_1 , по формуле (8), получим:

$$M_n^2 = 1,772 \cdot 10^{-3}; M_n = 0,0421.$$

Предельная высота откоса, определенная из условия равенства единице нижней границы доверительного интервала, построенного для коэффициента запаса при надежности $\eta = 95\%$:

– по формуле (7): $H_{пред} = 32,25$, м;

– по формуле (8): $H_{пред} = 32,10$ м.

В условиях рассмотренного примера разница между полученными значениями СКП коэффициента запаса оказалась незначительной. Это связано с малой величиной коэффициента корреляции. Увеличение абсолютного значения коэффициента корреляции приведет к более существенным отличиям при определении СКП коэффициента запаса по формулам (7) и (8).

Исследование данного вопроса представляет научный и практический интерес, поэтому рассмотрим его подробнее. По формуле (7) вычислим СКП коэффициента запаса и предельную высоту откоса для различных значений коэффициента корреляции (таблица).

Значения СКП КЗУ и предельной высоты откоса

СКП КЗУ	Коэффициент корреляции $ k_{a_0, a_1} $					
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
M_n	0,0420	0,0400	0,0378	0,0352	0,0326	0,0298
ΔM_n	0	$2,0 \times 10^{-3}$	$4,2 \times 10^{-3}$	$6,8 \times 10^{-3}$	$9,4 \times 10^{-3}$	$12,2 \times 10^{-3}$
$\Delta M_n, \%$	0	4,8	10,0	16,2	22,4	29,0
$H_{пред}, \text{ м}$	32,1	32,2	32,3	32,4	32,5	32,6

Из представленных расчетов можно сделать вывод о том, что СКП коэффициента запаса уменьшается с увеличением коэффициента корреляции рис. 2.

Результаты расчетов и график зависимости показывают, что увеличение корреляции между коэффициентами a_0 и a_1 приводит к

уменьшению дисперсии и СКП КЗУ. При коэффициенте корреляции $k_{a0,a1} = 0,1$ уменьшение СКП коэффициента запаса составит 5 %, при $k_{a0,a1} = 0,2$ – 10 %, а при $k_{a0,a1} = 0,5$ – около 30 %.

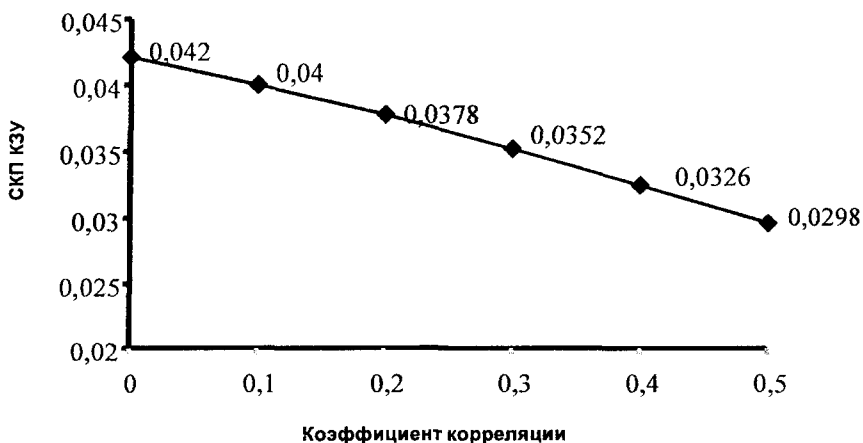


Рис. 2. График функции $M_n = f(k_{a0,a1})$

В соответствии с выполненными исследованиями установлено, что вычисление дисперсии коэффициента запаса устойчивости по методике, учитывающей корреляцию между случайными величинами, приведет к существенному увеличению точности определения коэффициента запаса и предельных параметров откоса.

Таким образом, рассмотрена и решена задача вычисления СКП КЗУ при расчете устойчивости и определении предельных параметров однородного откоса.

Литература

1. Попов И. И., Шпаков П. С., Поклад Г. Г. Устойчивость породных отвалов. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 224 с.

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ НОВОЙ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДОБАВКИ

Р. Ш. Ягудеев

Казахский национальный технический университет
им. К. И. Сатпаева

Мұнай және газ ұңғымаларын цементтеудің сапасын арттыруға арналған жаңа кеңейткіш қоспалар берілген.

Түйінді сөздер: кеңейткіш қоспалар, газ ұңғымалары, мұнай ұңғымалары.

The new additions expand, to improve the quality of cementing oil and gas wells
Key words: extending additives, oil wells, gas wells.

Заколонные перетоки, возникающие при освоении и эксплуатации нефтегазовых скважин вследствие некачественного цементирования обсадных колонн, по-прежнему остаются одной из актуальных проблем, приводящих к невозможным потерям нефти и газа, загрязнению недр, ухудшению экологической обстановки, создающей угрозу пожаров. Увеличение количества скважин с заколонными водоперетоками свидетельствует о недостаточной эффективности применяемых технологий их крепления (несовершенство технических средств и материалов, возникновение каналов в самом цементном камне и на контакте его с породой, разрушение цементного кольца от различных нагрузок) [1].

Напряженность контакта цементного камня со стенками скважины с обсадной колонной в значительной мере снижается при усадке твердеющего цементного кольца, разнообразных деформациях горных пород и обсадных труб и при наличии фильтрационной корки на стенках скважины. Твердеющий цементный камень отсасывает воду из контактирующей с ней фильтрационной корки (эффект контракции). При этом в обезвоженной корке образуется сеть каналов, по которым в первую очередь и происходят межпластовые перетоки.

Перспективным решением проблемы предотвращения возникновения заколонных межпластовых перетоков является использование расширяющихся добавок и технологий их применения для различных горно-геологических условий нефтегазовых скважин [2]. Технология производства расширяющихся добавок основана на использовании модифицированной негашеной извести. Путем совместного помола продукта обжига карбоната кальция и модифицирующих добавок получают расширяющуюся добавку, содержащую оксид кальция в пределах 65-95 % по массе.

Предложена добавка новых расширяющихся веществ (НРВ), содержащая свободный СаО, цемент и воду. Добавка представляет собой порошок чаще всего белого или серого цвета, пылящий, негорючий, взрывобезопасный и обладающий щелочными свойствами (рН=12,5). Физико-механические свойства – сроки схватывания: начало – не ранее 25 мин., конец – не позднее 2-х часов; разбиваемое давление: через 24 ч после затворения – не менее 20 МПа, через 48 ч после затворения – не менее 80 МПа; содержание свободного СаО – не менее 80 % по массе; водопотребность – 30-33 %. Оптимальное соотношение компонентов в смеси зависит от температуры в забое скважины, качества стандартного портландцемента и колеблется от 7-8 до 25-30 % НРВ.

Приготовление тампонажного раствора осуществляется непосредственно на буровой путем сухого перемешивания стандартного тампонажного портландцемента и расширяющейся добавки НРВ при перетаривании через цементно-смесительные машины.

Основными критериями при выборе соотношения компонентов и разработке рецептуры расширяющегося тампонажного раствора являются прочность контакта цементного камня с ограничивающей поверхностью, а также линейное расширение тампонажного раствора и предела прочности цементного камня.

Работы по внедрению опытных партий расширяющихся тампонажных цементов проводили на скважинах 140-147 месторождения Северный Жанаталап. Основной особенностью этого месторождения является наличие в 3-5 м ниже интервала перфорации напорного водоносного пласта турнейского горизонта, имеющего давление на 10 кг/см² выше, чем в продуктивном пласте. Кроме того, траектории указанных скважин имели большие зенитные углы, достигающие 30° в интервале залегания продуктивных пластов. Все это явилось причиной возникновения значительного числа заколонных перетоков на скважинах, зацементированных по стандартной технологии.

Вследствие незначительной глубины скважин (1250-1300 м) температура на забое составляет 34-35 °С, поэтому для цементирования применялось 7-8 % расширяющейся добавки к портландцементу (табл. 1).

Таблица 1

Результаты применения расширяющейся добавки НРВ

Тампонажная смесь	Температура, °С	Линейное расширение через 24 ч твердения, %	Физико-механические свойства камня через 48 (24) ч твердения, МПа	
			предел прочности при изгибе (сжати)	прочность контакта с ограничивающей поверхностью
ПЦТ 1-50	20	-	4,85 (6,1)	0,76
С прим. 3-5 % НРВ	20	10,2	4,91 (6,4)	2,53
ПЦТ 1-50	40	-	6,03 (14,9)	0,91
С прим. 7-8 % НРВ	40	11,8	6,82 (14,9)	2,92
ПЦТ 1-100	75	-	5,68 (10,7)	1,27
С прим. 15-20 % НРВ	75	19,3	5,82 (9,9)	1,81

Весь объем тампонажного раствора в количестве 10-12 м³ при проведении цементирования готовился в осреднительной емкости для более полного усреднения его состава.

Применение расширяющихся добавок при производстве тампонажных растворов на скважинах месторождения Северный Жанаталап (табл. 1) позволило не только полностью исключить возникновение заколонных межпластовых перетоков, но и значительно повысить качество сцепления цементного камня с обсадной колонной. Месторождение Северный Жанаталап характеризуются многопластовостью залежей, наличием в разрезе пластов, склонных к поглощению, и чередованием близкорасположенных пластов с различными коэффициентами аномальности пластовых давлений. Бурение скважин ведется в основном на разработку пластов нижнего карбона и терригенного верхнего девона. Глубина скважин 2500-3000 м, вследствие чего температура на забое изменяется от 47 до 75 °С.

В связи с разнообразием горно-геологических условий при подготовке к цементированию каждой скважины производился подбор оптимального соотношения цемента и расширяющейся добавки НРВ в тампонажной смеси в зависимости от температуры приме-

нения. Введение расширяющейся добавки для цементирования интервалов залегания продуктивных и водоносных пластов в указанных скважинах позволило получить безводную продукцию даже в скважинах с перепадами давлений между пластами 30-50 кг/см² (табл. 2). Одной из наиболее сложных для создания надежной крепи скважины и разобщения пластов является скважина № 141 месторождения Северный Жанаталап. Продуктивный разрез скважины представлен перемежающимися пластами с малыми эффективными мощностями. Причем интервал залегания продуктивных пластов часто превышает 500 м. Продукция скважин – высоковязкие парафинистые нефти, что требует создания высокой депрессии на платы при вызове притока.

Таблица 2

Условия цементирования и результаты внедрения НРВ в скважинах Северный Жанаталап

Показатель	Номер скважины						
	141	142	143	144	145	146	147
Интервал цементирования, м	2527-2130	2530-2150	27645-2420	1562-1360	2530-2130	2920-2743	3033-2729
Температура на забое, °С	53	47	54	38	47	68	72
Средняя плотность раствора, г/см ³	1,85	1,86	1,85	1,77	1,88	1,82	1,85
Толщина перемычки между водоносным пластом и интервалом перфорации, м	31	5	11	7	5	7	12
Перепад давлений между разобщенными пластами, кг/см ²	50	30	-	-	30	30	30
Коэффициент качества цементирования в интервале	0,46	0,87	0,70	0,64	0,51	0,98	0,92

Примечания: Пластовый флюид в перфорированном пласте – нефть.
 Процент расширяющейся добавки НРВ для скважин № 142 и № 146 – 7-8 %, для скважины № 147 НРВ – 15-20 %.

Вследствие низкой температуры в скважинах (20-30 °С) возникла необходимость применения НРВ в количестве 3-5 % от тампонажного портландцемента. Кроме того, была разработана, специальная технология цементирования, позволяющая согласовать сроки расширения системы со сроками внедрения технологического процесса.

Таким образом, применение расширяющихся добавок НРВ на скважинах 142, 146 и 147 убедительно показало их высокую эффективность для надежного разобщения близкорасположенных разнонапорных пластов в скважинах с самыми разнообразными сложными горно-геологическими условиями, позволило поднять коэффициент цементирования скважин до 0,93.

Литература

1. *Умралиев Б. Т.* Разработка теоретических основ получения эффективных тампонажных материалов из местного сырья: Автореф. дис. на соиск. ст. д-ра т. н. – Атырау, 2007. – 47 с.
2. *Ягудеев Р. Ш., Алиев Н. У.* Исследование структуры цементного камня из различных тампонажных цементов // Инновационные пути развития нефтегазовой отрасли Республики Казахстан: Матер. Междунар. науч.-техн. конф. – Алматы, 2007. – С. 34-35.

ОПТИМИЗАЦИЯ КРУПНОСТИ КУСКОВ В ШТАБЕЛЕ ПРИ КУЧНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ЗОЛОТА

Н. Б. Рыспанов, к.т.н.

Национальная инженерная академия

Алтынды үйінділеп сілтілеу кезінде штабелдің оңтайлы биіктігін жобалауға арналған есептердің шешімдері берілген.

Түйінді сөздер: Кен, алтынды сілтілеу, алтын.

Solution of the optimal pile height design problem during leaching of gold.
Key words: ore, lixiviation of gold, gold.

При кучном выщелачивании золота из руд первостепенное значение имеет ее крупность, измеряемая средним диаметром куска руды d . При значительных размерах d время диффузионных процессов по растворению металлов всегда пропорционально квадрату диаметра куска руды. Но возможен путь измельчения кусков руды до некоторого оптимального диаметра d_o , который обеспечит максимальную прибыль от добытого способом кучного выщелачивания (КВ) металла. В такой постановке мы не встретили в известной литературе задачи и ее решения. В этой связи в настоящей статье дается обоснование оптимальной величины среднего диаметра куска руды для ТС КВ по критерию «прибыль».

Время диффузионного выщелачивания металла t_∂ , измеряемое в сут., до величины $C_{np} = 0,75$ от C_o – первоначального, равного единице, можно приближенно записать в виде:

$$t_\partial = \frac{y^2 \ln \frac{8C_o}{C_{np} \cdot \pi^2}}{\pi^2 \cdot D_n}, \text{ сут.}, \quad (1)$$

где D_n – эффективный коэффициент диффузии для металла в пределе можно принимать [2]:

$$D_n = \frac{10^{-8}}{86400} \text{ см}^2/\text{сут.}, \quad (2)$$

где 86400 – количество секунд в сутках или

$$D_n = 0,864 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{сут.} \quad (3)$$

Если исходное рудное сырье или отходы обогащения, пригодные для извлечения металлов способом КВ, имеет средний размер куска $y = \bar{\ell}$, то при извлечении металлов время выщелачивания металла будет

$$t_{\partial} = \frac{\bar{\ell}^2 \ln \frac{8C_o}{C_{np} \cdot \pi^2}}{\pi^2 \cdot 0,864 \cdot 10^{-3}}, \text{ сут.} \quad (4)$$

или после простых преобразований имеем:

$$t_{\partial} = 117,37 \bar{\ell}^2 \ln \frac{8C_o}{C_{np} \cdot \pi^2}, \text{ сут.} \quad (5)$$

Пусть, например $\ell = 0,2$ см, $C_o = 1$; $C_{np} = 0,75$, тогда

$$t_{\partial} = 117,37 \cdot 0,2^2 \ln \frac{8}{0,75 \cdot \pi^2} = 0,4 \text{ сут.},$$

а при большом куске, например $\ell = 10$ см, имеем:

$$t_{\partial} = 117,37 \cdot 100 \cdot 0,086 = 1000 \text{ сут.}$$

Из этого простого примера видно, какую роль в процессе кучного выщелачивания играет размер куска руды. В этой связи сформулируем следующую оптимизационную задачу: отыскать такой средний размер (диаметр) куска руды, при котором прибыль от разработки вполне определенного объема руды будет максимальной.

Ясно, что чем меньше размер ℓ , тем меньше t_{∂} и меньше затраты на выщелачивание металла независимо от руды и вида реагентов.

Но если речь идет о скальных породах или других достаточно крепких, то чем меньше размер куска ℓ после разрушения массива

пород, тем дороже будет стоить 1 м³ исходного для КВ сырья. Выразим эту зависимость в линейном варианте:

$$C_{\partial} = a - by, \text{ \$/м}^3, \quad (6)$$

где a и b – некоторые статистические постоянные, определяемые, исходя из конкретных условий.

В нелинейном варианте можно с большой надежностью утверждать зависимости:

$$C_{\partial} = ae^{-by}, \text{ \$/м}^3, \quad (7)$$

в пределах:

$$y \leq y \leq \hat{y}. \quad (8)$$

Оптимизационная математическая модель определения оптимального размера – u куска руды запишем в двух вариантах:

$$J = \frac{y^2 \ell n \frac{8C_o}{C_{\text{пр}} \cdot \pi^2}}{\pi^2 \cdot D_{\text{п}}} \cdot C_{\partial} + (a - by) \cdot V \rightarrow \min \quad (9)$$

при

$$y < y < \hat{y},$$

где V – проектный объем штабеля КВ, м³;
 C_{∂} – эксплуатационные затраты, \\$/сут.

При нелинейном соотношении

$$C_{\partial} = ae^{-by} \quad (10)$$

имеем:

$$J = \frac{y^2 \ell n \frac{8C_o}{C_{\text{пр}} \cdot \pi^2}}{\pi^2 \cdot D_{\text{п}}} \cdot C_{\partial} + ae^{-by} \cdot V \rightarrow \min. \quad (11)$$

Из анализа функций цели (9) и (11) вытекает, что при возрастании первые члены функций цели растут по квадратичному закону, но при этом вторые члены убывают по зависимостям (6) и (7).

Следовательно, существует оптимум по y , который обеспечивает минимальные суммарные затраты на выщелачивание металла:

$$\frac{\partial J}{\partial y} = 0. \quad (12)$$

Имея функции цели в виде (9) и (11), получим следующие решения:

Для (9):

$$\frac{\partial J}{\partial y} = \frac{2y \ell n \frac{8C_o}{C_{пр} \cdot \pi^2}}{\pi^2 \cdot D_n} \cdot C_o - b \cdot V = 0. \quad (13)$$

Для (11):

$$\frac{\partial J}{\partial y} = \frac{2y \cdot \ell n \frac{8C_o}{C_{пр} \cdot \pi^2}}{\pi^2 \cdot D_n} \cdot C_o - a \cdot \beta \cdot e^{-\beta y} \cdot V = 0. \quad (14)$$

Из уравнения (13) получим:

$$y_o = \frac{\pi^2 \cdot b \cdot V \cdot D_n}{2C_o \ell n \frac{8C_o}{C_{пр} \cdot \pi^2}}, \text{ см.} \quad (15)$$

Для убедительности теоретических выводов рассмотрим пример:

Пусть задано $V = 20 \cdot 10^3 \text{ м}^3$, $C_o = 1200 \text{ \$/сут.}$; $D_n = 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$.

$$\frac{C_o}{C_{пр}} = \frac{1}{0,75} = 1,333.$$

В уравнение (15) необходимо вписать значение параметра b . Процесс дробления руды тем дороже, чем мельче выходная функция по крупности уравнений (6) и (7).

Принимая линейный вариант (6), имеем для примера две точки прямой (6):

$$y_1 = 1 \text{ см}; C_o 2 \text{ \$/м}^3;$$

$$y_2 = 3 \text{ см}; C_o 0,6 \text{ \$/м}^3,$$

тогда получим уравнение:

$$\frac{y-1}{3-1} = \frac{x-2}{0,6-2}, \quad (16)$$
$$x = C_{\theta}$$

или после преобразований:

$$C_{\theta} = 2,53 - 0,7y \text{ \$/м}^3. \quad (17)$$

Принимая (17) за исходную зависимость и принятые выше данные по формуле (15), получим при $C_s = 1500 \text{ \$/сут}$.

$$y_o = \frac{\pi^2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 20 \cdot 10^3}{2 \cdot 1500 \cdot 0,072} = 0,6 \text{ или } 6 \text{ мм.}$$

Рассмотренный пример позволяет сделать заключение о надежности решения задачи об оптимальном диаметре кусков руды для ТС КВ.

Литература

1. Рогов Е. И., Языков В. Г., Рогов А. Е. Математическое моделирование в горном деле. – Алматы, 2002. – 242 с.

РАСЧЕТ ШАГОВ ОБРУШЕНИЯ ОСНОВНОЙ КРОВЛИ И ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ НА ШАХТАХ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Г. А. Пак, В. Н. Долгоносов, к.т.н.

Карагандинский государственный технический университет

Негізгі төбенің бұзылу кезеңі тау-кен жынысы мен газбөлумен өзара байланысы мақалада қарастырылған. Негізгі төбенің бұзылу жүрісі бір кезеңде және негізгі кезеңмен құбылысы көрсетілген, бекітілді. Бұзылу жүрістерінің ақиқат пен болжамды шамаларын және олардың биіктік белгілерінің теңесуін салыстыра орындалған.
Түйінді сөздер: шахтылар, Қарағанды көмір бассейні, көмір қабаттарының құлауы.

An algorithm for determining the value of initial and following steps of collapse for the entire length of the excavation pillar and lava area traversing, the absolute value of gas evolution at given loads on the mining face has been developed.
Key words: mine, Qaraghandy coal-field, the collapse of coal-seams.

Многолетние наблюдения на шахтах Карагандинского угольного бассейна позволили установить общие закономерности стадий процесса сдвижения внутри массива горных пород при его подработке во взаимосвязи с газовыделением и газодинамическими процессами, которые определяются величиной шагов обрушения основной труднообрушаемой кровли. Последние, в свою очередь, зависят от крепости и мощности пород основной кровли, глубины разработки и геометрических параметров выемочного пространства: длины лавы, мощности и угла наклона угольного пласта.

Установлено, что процессы обрушения основной кровли, сдвижения горных пород и сопутствующие им объемы газовыделения имеют периодический характер с общим, единым периодом, который определяется шагами обрушения основной труднообрушаемой кровли. Обрушения основной кровли определяют вышеперечисленные процессы и являются мощным источником энергии, которая распространяется в окружающем породном массиве и поглощается им. Неоднородность массива горных пород, наличие нарушенных и ослаб-

ленных зон приводят к особенностям распределения энергии обрушения в массиве, которые выражаются в их разрушении и концентрации энергетических потенциалов в окрестностях данных областей.

Таким образом, причиной и энергетическим источником всех геомеханических и газодинамических процессов в шахте являются периодические зависания и обрушения крепких пород основной кровли и пород-мостов, участвующих в процессе сдвижения. Здесь уместно привести мнение проф. А. А. Борисова: «Прогнозирование осадок основной кровли является одной из самых насущных задач горной науки и практики, так как это является ключом к понятию всего процесса сдвижения: от начала очистной выемки и до оседания земной поверхности» [1].

При работе лавы происходят периодические всплески метановыделения, вызывающие отключение аппаратуры газового контроля. Установлено, что эти явления непосредственно связаны с шагом обрушения основной кровли. В этих условиях принципиально важным является достаточно точное предвидение интенсивности метановыделения на различных участках выемочного столба для принятия адекватных решений.

Вопросами расчета и прогнозирования шагов обрушения основной кровли занимались В. Д. Слесарев, А. А. Борисов и многие другие исследователи, которыми разработан целый ряд формул расчета первичного и последующих шагов обрушения [1, 2].

Нами разработан алгоритм, который позволяет определять значения первичного и последующих шагов обрушения на всю длину выемочного столба, либо на какой-либо участок отработки лавы. Кроме того, на основании богатого практического материала можно утверждать, что процесс обрушения основной кровли неразрывно связан с газодинамическими явлениями, что является их причиной. Методика позволяет определять величину абсолютного газовыделения при заданных нагрузках на очистной забой.

Первичный шаг обрушения при горизонтальном залегании пласта и отсутствии непосредственной кровли определяется по формуле:

$$L_{пер} = h_{о.к.} \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_{изг.}}{\gamma \cdot H}} \quad (1)$$

где H – глубина разрабатываемого пласта, м;

$h_{о.к.}$ – мощность основной кровли, м;

$\sigma_{изг.}$ – предел прочности пород при изгибе, Па;

γ – объемный вес пород, Н/м³.

В общем случае при наличии непосредственной кровли и наклонном (до 35°) залегании разрабатываемых пластов формула примет вид:

$$L_{пер} = (h_{н.к.} + h_{о.к.}) \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_{изг. ср}}{\gamma \cdot H \cdot \cos \alpha \cdot k}} \quad (2)$$

где $h_{н.к.}$ – мощность непосредственной кровли, м;
 $h_{о.к.}$ – мощность основной кровли, м;
 α – угол падения пласта, град;
 k – коэффициент надработки (в случае надработки и восстановления геостатического давления $k = 0,9$), в нетронутом массиве $k = 1$;
 $\sigma_{изг. ср.}$ – средневзвешенный предел прочности пород при изгибе, Па.

Средневзвешенный предел прочности пород при изгибе определяется по формуле проф. Ж. М. Канлыбаевой [3]:

$$\sigma_{изг. ср} = 20 + 0,17 \cdot \sigma_{сж. ср}, \text{ кг/см}^2; \quad (3)$$

где $\sigma_{сж. ср.}$ – средневзвешенный предел прочности пород основной и непосредственной кровли на сжатие, кг/см²;

Следует обратить внимание, что формула (3) имеет внесистемную размерность (кг/см²) для удобства практического применения, так как прочностные характеристики горных пород в большинстве литературных источников приведены в этой размерности. Для дальнейших расчетов необходимо перейти в систему СИ.

Если $\sigma_{сж. ср.}$ задан в МПа, то формула (3) примет вид:

$$\sigma_{изг. ср} = 2 + 0,17 \cdot \sigma_{сж. ср}, \text{ МПа}. \quad (4)$$

Возможности применения разработанной методики:

- очистные забои с труднообрушаемой кровлей при значениях угла наклона пласта до 35° в условиях нетронутого массива (одиночная лава);
- очистные работы при отработке вышележащего пласта, где процесс сдвижения дошел до поверхности и полностью завершен, восстановлено исходное геостатическое давление;
- очистные забои, примыкающие к ранее отработанным лавам (спаренные, строенные).

Данная методика позволяет решать следующие задачи:

- определение значений первичных шагов обрушения при заданных горно-геологических условиях и технологических параметрах;
- определение значений последующих шагов обрушения на всю длину выемочного поля или на какой-либо участок отрабатываемой лавы;
- вычисление суммарного объема выделившегося метана на добычном участке по мере движения очистного забоя;
- выполнение расчетов динамики газовыделения после каждого шага обрушения;
- исследование зависимостей геомеханических процессов (шагов обрушения, параметров сдвижения в массиве) от длины лавы;
- определение областей эффективного газоудаления;
- определение границ зоны сдвижения горных пород в массиве.

Необходимые исходные данные для выполнения расчетов:

- планы горных работ по участку в масштабе 1:2000 (при надработке – совмещенный);
- геологические разрезы по простиранию и падению в масштабе 1:500 – вертикальный, 1:5000 – горизонтальный, с полной информацией по скважинам на всю высоту массива до поверхности с указанием мощности слоев, крепости горных пород на сжатие, природной газообильности. По аналогии – до 50 м в почву разрабатываемого пласта;
- горно-геологические и технологические данные: длина лавы, протяженность столба, угол наклона лавы, общая и вынимаемая мощность пласта, объемный вес угля, глубина ведения горных работ, глубина зоны газового выветривания, плановая добыча лавы, планируемый объем подачи воздуха в лаву, производительность дегазационной системы на участке, тип механизированного комплекса;
- углы полных сдвижений для условий разрабатываемого участка.

Рассмотрены фактические и прогнозные значения шагов обрушения по лавам шахт Саранская и Сокурская Карагандинского угольного бассейна (табл. 1).

Следует отметить высокую сходимость вычисленных и фактических данных, расхождения не превышают 2 %.

Наряду с расчетом значений шагов обрушения программа позволяет выполнить расчет ожидаемого объема газовыделения. На основе прогноза газовыделения при ведении очистных работ на планируемом добычном участке можно определить необходимую производительность дегазационных систем и разработать график загрузки

каптируемого метана. Прогноз необходимо выполнять ещё на стадии проектирования вентиляции угольных шахт. С учетом данных прогноза должны приниматься технические и технологические решения по обеспечению проветривания, дегазационных мероприятий и допустимой нагрузки на очистной забой.

Таблица 1

Сравнение фактических и прогнозных значений шагов обрушений основной кровли

Дата обрушения	Фактическое расстояние от целика монтажной камеры, м	Прогноз, м
----------------	--	------------

Шахта Саранская, лава 62 К10-В

18.09.2000 г.	43,5	42,6
05.10.2000 г.	95,0	94,4
23.10.2000 г.	131,0	128,7
13.11.2000 г.	216,0	214,1
28.11.2000 г.	269,0	265,0
21.02.2001 г.	326,0	332,4
08.03.2001 г.	386,0	382,7
23.03.2001 г.	432,0	432,6

Шахта Сокурская, лава 53 К7-Ю3

03.01.1994 г.	386,0	384,4
26.01.1994 г.	422,0	420,3
09.02.1994 г.	458,0	456,1
04.03.1994 г.	494,0	491,7
21.03.1994 г.	529,5	527,2
12.04.1994 г.	565,5	562,6

Рассчитанные по разработанной методике данные по газовыделению также хорошо соответствуют фактическим данным. Так, в лава 53 К7-Ю3 шахты Сокурская общий объем выделившегося метана составил 48,2 млн. м³, а по прогнозу – 49,6 млн м³.

Представлены результаты расчета шагов обрушений и объемов метановыделения по лава 32 К10-С шахты Абайская, где общий фактический объем выделившегося метана составил 36,1 млн м³, а по прогнозу – 36,6 млн м³ (табл. 2). В последнем столбце таблицы приведена максимальная абсолютная газообильность в момент обрушения основной кровли при плановой нагрузке на очистной забой 5000 т в сутки.

Таблица 2

**Результаты расчетов шагов обрушений
и объемов выделения метана по лаве 32 К10-С шахты Абайская**

Шаг обрушения (от целика), м	Добыча, тыс. т	Объем метана, млн м ³	Относительная газообильность, м ³ /т	Максимальная абсолютная газообильность, м ³ /мин
43,4	53,12	1,003	18,9	131,2
60,9	74,52	1,498	20,1	160,5
78,2	95,81	2,139	22,3	153,5
95,5	116,99	2,771	23,7	164,5
112,7	138,05	3,780	27,4	190,2
129,8	159,00	4,770	30,0	208,4
146,9	179,84	5,840	32,5	225,5
163,8	200,56	6,905	34,4	239,1
180,6	221,18	7,963	36,0	250,0
197,4	241,69	9,023	37,3	259,3
214,0	262,09	10,078	38,5	267,0
230,6	282,38	11,127	39,4	273,7
247,1	302,56	12,171	40,2	279,3
263,5	322,64	13,209	40,9	284,3
279,8	342,61	14,242	41,6	288,7
296,0	362,47	15,269	42,1	292,5
312,1	382,23	16,290	42,6	296,0
328,2	401,88	17,307	43,1	299,1
344,1	421,43	18,317	43,5	301,8
360,0	440,87	19,323	43,8	304,4
375,8	460,21	20,323	44,2	306,7
391,5	479,45	21,318	44,5	308,8
407,1	498,59	22,307	44,7	310,7
422,7	517,62	23,292	45,0	312,5
438,1	536,56	24,271	45,2	314,1
453,5	555,39	25,245	45,5	315,7
468,8	574,12	26,213	45,7	317,1
484,0	592,76	27,177	45,8	318,4
499,2	611,29	28,135	46,0	319,6
514,2	629,73	29,089	46,2	320,8
529,2	648,07	30,037	46,3	321,9
544,1	666,31	30,980	46,5	322,9
558,9	684,45	31,918	46,6	323,8
573,7	702,50	32,851	46,8	324,7
588,3	720,45	33,780	46,9	325,6
602,9	738,31	34,703	47,0	326,4
617,4	756,07	35,621	47,1	327,2
631,8	773,74	36,535	47,2	327,9

Разработанная методика может применяться на всех стадиях освоения угольного месторождения: при проектировании, строительстве и эксплуатации шахты. Её использование позволит достичь максимального экономического эффекта, а главное – обеспечить безопасность за счет объективного прогноза газовыделения и знания времени и места опасных периодов, связанных с обрушением основной кровли.

Данная методика позволяет выполнить расчеты по сдвигению подработанного массива, определить, произойдет ли подработка объектов на земной поверхности либо процесс остановится в массиве с указанием конкретной точки и её глубины.

По разработанной методике были выполнены расчеты первичных шагов обрушения основной кровли для многих лав угольных бассейнов стран СНГ (более 30). Отмечена достаточно высокая сходимость результатов с практическими данными. Расхождения не превышают инженерной точности расчета. По нашему мнению, указанные расхождения связаны с недостаточной точностью исходных данных, таких, как предел прочности на сжатие.

Литература

1. *Борисов А. А.* Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1988.
2. *Слесарев В. Д.* Управление горным давлением при разработке угольных пластов Донецкого бассейна. – М.: Углетехиздат, 1958.
3. *Канлыбаева Ж. М., Бакитов К. Б., Джанбуршина К. Ш.* Физико-механические свойства горных пород и их влияние на процесс сдвижения массива. – М.: Наука, 1972.

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КАРАГАНДИНСКОГО БАСЕЙНА

Б. М. Кенжин, к.т.н.

Карагандинский государственный технический университет

Сейсмикалық күш әсер еткен кездегі көмір қабатының кинетикалық және динамикалық көрсеткіштерін анықтауға арналған моделдер берілген. Қатпар қуаты мен сыйдыратын қабаттың анықталған қатынасы үшін Лявтың арналық толқынының бірінші және екінші модаларының нормаланған параметрлері анықталған.
Түйінді сөздер: сейсмологиялық моделдер, көмір қатпарлары, Қарағанды көмір бассейні.

We give a model for determining the kinetic and dynamic indicators of a coal-seam under the action of seismic loads on it. Normalized parameters are established for the first and second modes of channel waves Lyava for a certain ratio of bed thickness and containing layer.

Key words: seismic models, coal-seams, Qaraghandy coal-field.

Исследования акустических и плотностных свойств углей и вмещающих пород, а также характера слоистости и литологического состава угле вмещающей толщи бассейна позволили разработать сейсмологические модели углепородного массива Карагандинского бассейна [1]. Результаты исследований показали, что, несмотря на сложный и разнообразный характер строения угле вмещающей толщи бассейна, в ней наблюдаются некоторые закономерности. Для Карагандинского бассейна характерны 3 типа геологических моделей угле вмещающей толщи:

- полупространство (1-й тип),
- один слой – полупространство (2-й тип),
- два слоя – полупространство (3-й тип).

Анализ литологического состава слоев вмещающих пород в кровле и почве угольного пласта показывает, что первый слой в основном представлен аргиллитом, второй слой – алевролитом или песчаником. Полупространство в равной степени может быть представлено аргиллитом, алевролитом или песчаником. Рассмотрим акустические и плотностные свойства углей и пород бассейна (рис. 1).

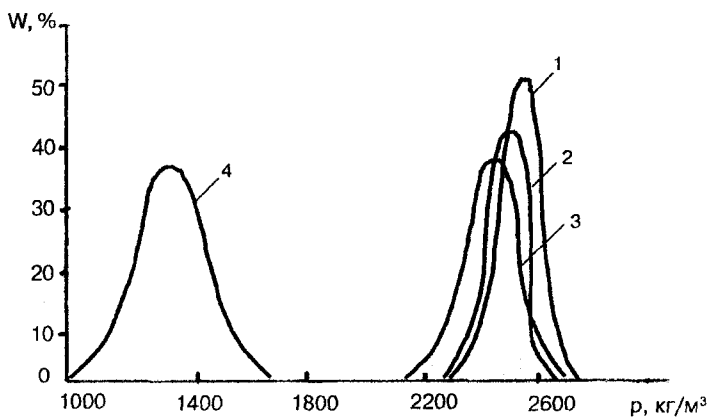
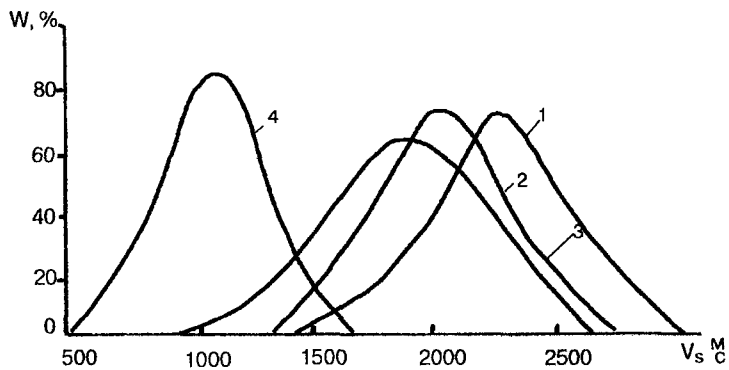
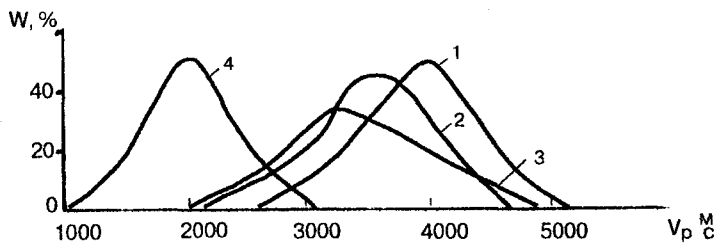


Рис. 1. Акустические и плотностные свойства углей и пород Карагандинского бассейна: 1 – песчаник; 2 – алевролит; 3 – аргиллит, 4 – уголь

Петрографические разности углей можно объединить в 2 группы, значительно отличающиеся по акустическим свойствам:

- блестящие и полублестящие угли ($\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; $V_s = 1012 \text{ м/с}$; $V_p = 1817 \text{ м/с}$);
- матовые и полуматовые ($\rho = 1437 \text{ кг/м}^3$; $V_s = 1262 \text{ м/с}$; $V_p = 2242 \text{ м/с}$) [1].

Ранее основное внимание уделялось изучению кинематических и динамических свойств первой (фундаментальной) моды каналовых волн для пластов средней мощности ($H_{пл} = 3,0 \text{ м}$). При этом в качестве модели пласта принят однородный пласт, сложенный углями I и II группы. Такая модель не учитывает особенностей петрографического строения угольных пластов Карагандинского бассейна, в том числе и мощных. Поэтому необходимо исследовать влияние этого фактора на кинематические и динамические параметры как первой, так и высших (второй) мод каналовых волн.

Углевмещающая толща [1] может быть представлена тремя типами сейсмологических моделей. Для разработки базовых моделей углевмещающей толщи необходимо исследовать влияние на параметры различных мод каналовой волны мощностью слоев вмещающих пород. Рассмотрены два случая: высокоскоростной слой (песчаник) в низкоскоростной среде (аргиллит), и наоборот, – слой аргиллита в песчанике. Моделью пласта является однородный пласт мощностью 6,0 м приемник и источник расположены на расстоянии четверти мощности пласта (1,5 м) от его почвы. Сравнение параметров различных мод каналовых волн проводилось относительно двух граничных моделей.

В первой модели мощность слоя равна нулю ($H_{сн} = 0$), во второй – бесконечности ($H_{сн} = \infty$). Для количественного сравнения результатов моделирования, полученных для различных мод и слоев разной мощности, проводилось нормирование параметров каналовых волн относительно величины изменения этих параметров в граничных моделях ($H_{сн} = 0$ и $H_{сн} = \infty$), которые приняты за 100 %.

$$\Delta V_{\text{Э}} = \frac{V_{\text{Э}H_{сн}} - V_{\text{Э}_0}}{V_{\text{Э}_\infty}} \times 100 \%,$$

где $V_{\text{Э}_0}$ и $V_{\text{Э}_\infty}$ – скорость фазы Эйри ($V_{\text{Э}}$) в граничных моделях, соответствующих $H_{сн} = 0$ и $H_{сн} = \infty$;

$V_{\text{Э}H_{сн}}$ – скорость фазы Эйри ($V_{\text{Э}}$) в модели со слоем мощностью $H_{сн}$.

Аналогичным образом проводилось нормирование частоты Эйри Δf_a , частоты Δf_m и амплитуды ΔA_m максимума спектра.

На рис. 2 и 3 показаны зависимости изменения нормированных параметров 1-й моды (кривая 1) и 2-й моды (кривая 2) каналовой волны Лява от соотношения H_{cn}/H_y

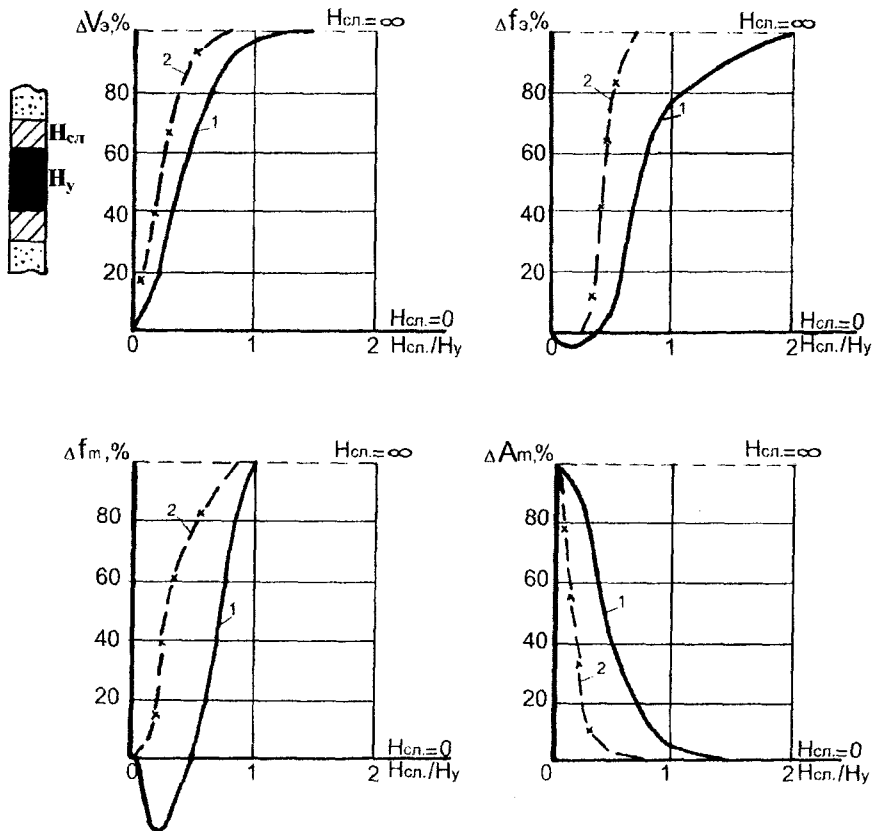


Рис. 2. Зависимости изменения нормированных параметров 1-й и 2-й моды от соотношения H_{cn}/H_y при $H_{cn} = 0$

Из анализа следует, что при увеличении мощности слоя параметры 1, 2-й мод каналовой волны стремятся к значениям этих параметров для граничной модели $H_{cn} = \infty$. Причем они достигают этих значений при различных значениях мощности слоя H_{cn} : для 1-й моды – при $H_{cn} > 1,5-2,0 H_{pl}$ (H_{pl} – мощность пласта), для 2-й моды – при $H_{cn} > 0,5-1,0 H_{pl}$.

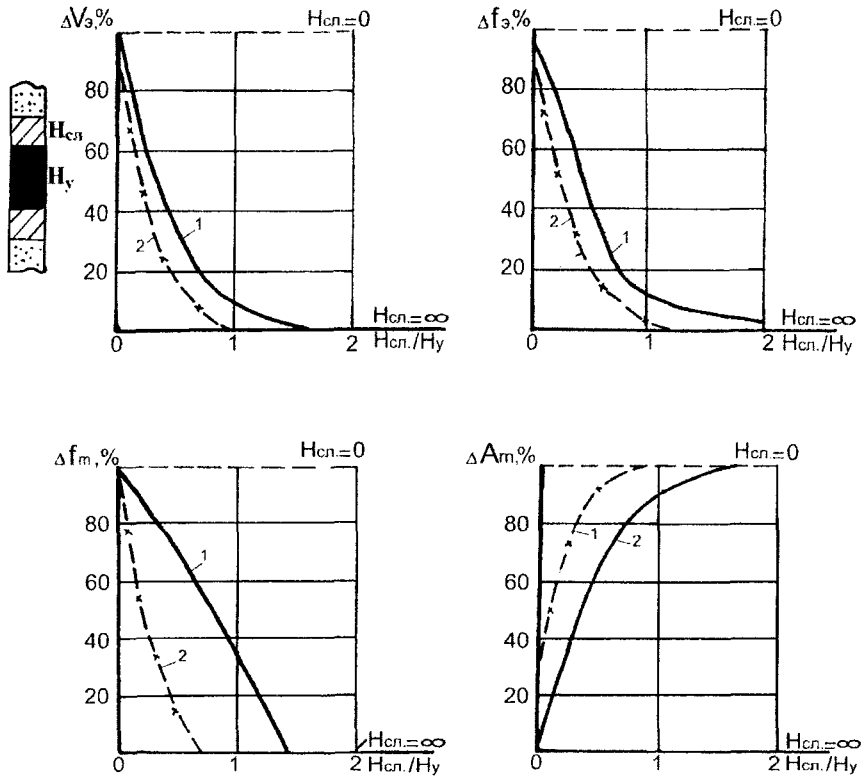


Рис. 3. Зависимости изменения нормированных параметров 1-й и 2-й моды от соотношения H_{cn}/H_y при $H_{cn} = \infty$

Таким образом, на параметры 2-й моды оказывают влияние вмещающие породы, расположенные в кровле и почве в пределах мощности пласта, а на параметры 1-й моды – в пределах двух мощностей пласта. Поэтому при исследовании влияния вмещающей среды в моделях II и III типа суммарная мощность слоев пород не превышает полумощности пласта.

**Базовые сейсмологические модели мощных угольных пластов
Карагандинского бассейна**

Тип модели	Строение модели	Мощность, м	Параметры модели		
			V_p , м/с	V_s , м/с	ρ , кг/м ³
I	Песчаник	∞	3610	2239	2550
	Уголь	6,0	1817	1012	1300
	Песчаник	∞	3810	2239	2550
II	Песчаник	∞	3810	2239	2550
	Аргиллит	1,5	2953	1682	2410
	Уголь	6,0	1817	1012	1300
	Аргиллит	1,5	2953	1682	2410
	Песчаник	∞	2810	2239	2550
	Песчаник	∞	3810	2239	2550
III	Алевролит	1,0	3535	2016	2510
	Аргиллит	1,0	2953	1682	2410
	Уголь	6,0	1817	1012	1300
	Аргиллит	1,0	2953	1682	2410
	Алевролит	1,0	3535	2016	2510
	Песчаник	∞	3810	2239	2550

Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет установить действительные величины скоростей продольных и поперечных волн в угольных пластах Карагандинского бассейна (таблица). На основании этих величин предоставляется возможность составления, решения и анализа их сейсмологических моделей, что позволит значительно повысить эффективность мониторинга за состоянием пластов и установления степени их нарушенности.

Литература

1. Саттаров С. С., Кенжин Б. М., Мороз А. В. Прогноз нарушенности угольных пластов впереди очистного забоя // Молодые ученые и специалисты – ускорению научно-технического прогресса: Тез. докл. регион. науч.-практ. конф. – Караганда, 1985. – Ч. 1. – С. 74-75.

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ ВОЛН
В МНОГОСЛОЙНОМ НЕОДНОРОДНОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ**

Айдосов А. А., д. т. н. *, **Айдосов Г. А.**, к.ф.-м.н. **,
Тойбаев С. Н., к.т.н. ***

Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М. Тынышпаева*
АО «КазТрансГаз»**
Алматинский технологический университет***

Жолақтың қатты шекарасынан қиғаш пластикалық толқынның шағылысуы туралы есептің шешуі жүзеге асырылған. Әр түрлі жазықтықтары бар екі қатпарлы ортадағы екіөлшемді стационарлы пластикалық толқынның шағылысуы және сынуы туралы есеп зерттелген.

Түйінді сөздер: моделдеу, жарылыс толқындары, біртекті емес жартыкеңістік.

Solutions on reflecting of oblique plastic waves from a rigid strip borders. Investigation of the problem of distribution, reflection and refraction of two-dimensional stationary plastic wave in a bilayer medium with different planes.

Key words: modeling, blast waves, nonhomogeneous half-space.

Результаты моделирования задачи о распространении и отражении двумерной пластической волны в полосе, лежащей на деформируемом полупространстве кривых изменения давления P и вертикальной составляющей скорости ϑ в зависимости от ξ на контактной поверхности $\eta = h$ и случая, когда скорости волн и плотность упругого полупространства имеют значения $a_0 = 1000$ м/с, $a_1 = 600$ м/с, $\rho_0 = 1000$ кг/м³, $\rho_1 = 204$ кг/м³ и на границу слоя воздействует экспоненциальная нагрузка вида

$$f(\xi) = P_0 e^{-\gamma \xi}, \quad \text{где } \gamma = 1, 2; P_0 = 100 \text{ кг/см}^2, D = 3114 \text{ м/с},$$

позволяет получить некоторые важные выводы, необходимые при исследовании распространения стационарных волн в многослойном неоднородном полупространстве с использованием информационных технологий в региональном управлении действиями промышленных взрывов.

Рассмотрены 3 варианта значения параметров состояния грунта с плотностью $\rho_{02} = 204 \text{ кг с}^2/\text{м}^4$. Анализ показывает, что давление и вертикальная составляющая скорости как на контактной поверхности, так и в слое монотонно убывают нелинейным образом.

Давление P своего максимального значения достигает при $\eta = h$ и является более или менее интенсивным. Затухание давления на глубине слоя происходит быстрее, чем при $\gamma = 1$. Кроме того, с усилением жесткости основания происходит увеличение (уменьшение) величин давления (вертикальной составляющей скорости) на линии раздела сред. Изменение P и \mathcal{V} акустического слоя на $\eta = h$ происходит по линейному закону. И в данном случае по сравнению с пластическим слоем максимальные значения скорости \mathcal{V} и давления P получаются наибольшими. Однако наивысшее значение давления приобретает в случае акустического слоя, лежащего на жестком основании.

Таким образом, учет деформативности основания снижает уровень давления как на контактной поверхности, так и в слое. Также заметим, что при $\eta = h$ акустический слой на упругом основании получает наибольшую вертикальную скорость. На линии $\eta = \frac{2}{3}h$ параметры P и \mathcal{V} при $\gamma = 1$ приобретают сравнительно большие значения и в зависимости от ξ имеют затухающий характер.

Кроме того, рассмотрены некоторые задачи о распространении двумерных стационарных волн в слоистой среде при воздействии на ее границу интенсивной подвижной нагрузки монотонно убывающего профиля. В качестве слоистой среды принимается мягкий слой грунта, моделируемый пластической полосой, и упругие полупространства в различных вариантах.

В данной задаче упругим полупространством могут служить как горные породы, так упругоподатливые или жестко-пластические элементы, используемые в инженерной практике в качестве защитного экрана для снижения уровня динамических нагрузок на различные подземные сооружения. Здесь основание пластического слоя является не жестким, а деформируемым. На основании серии расчетов

показаны целесообразность и эффективность использования вышеуказанных защитных экранов.

Рассматривается плоская стационарная задача о распространении пластической волны в двухслойной среде с плоско-параллельной границей раздела при воздействии интенсивной нагрузки спадающего профиля, перемещающейся вдоль ее верхней границы с постоянной сверхсейсмической скоростью D .

Двухслойная среда состоит из мягкого слоя грунта толщиной h с упругим деформируемым основанием. Грунт моделируется неупругой идеальной средой с линейной сжимаемостью и линейной необратимой разгрузкой. Следовательно, сопротивлением среды к сдвиговым усилиям пренебрегается. Согласно данной постановке исследовано влияние деформируемости основания и профиля нагрузки на распределение динамических параметров слоя и контактной поверхности. Сравниваются результаты числового расчета с результатами акустического слоя и слоя жестким основанием. Решение задачи построено в рядах, доказана их сходимости. Пусть по верхней границе слоя с упругим основанием движется монотонно убывающая нормальная нагрузка со скоростью D . Превосходящая скорость распространения волн не меняется, а материал слоя обладает таким свойством, что при нагружении и разгрузке связь между давлением P и объемной деформацией ε линейна и необратима, угол наклона E_2 ветви разгрузки диаграммы $P \sim \varepsilon$ превышает угол наклона E_1 ветви при нагружении, т. е. $E_1 < E_2$.

Также решается задача воздействие подвижной нагрузки на мягкий слой грунта, лежащего на полупространстве из более податливого пластического материала. Грунт и материал полупространства моделируется идеальными неупругими средствами. При этом грунт в процессе нагружения имеет ударную диаграмму $P \sim \varepsilon$, а деформирование полупространства подчиняется схеме Прандтля и плотность его материала ρ_1 , ρ_2 – плотность грунта. Эта задача обобщает задачу с учетом ударно-волновых процессов в пластической прокладке при воздействии подвижной нагрузки на границу двухслойной среды.

Рассмотрены результаты исследования распространения двумерных стационарных волн в многослойном, в частности неоднородном, полупространстве с учетом необратимых процессов в рамках идеальной нелинейно-сжимаемой и линейно-упругой среды.

Построено аналитическое решение задачи о распространении двумерной пластической волны в полупространстве в случае, когда

зависимость между давлением и объемной деформацией при нагружении и разгрузке является линейной, но различной. На основе анализа результатов расчета показано, что если действующая на границе полупространства подвижная нагрузка имеет монотонно убывающий профиль, то в области возмущения происходит разгрузка среды и косая волна сжатия получается волной нагрузки- разгрузки. Давление среды на фоне этой волны в зависимости от глубины полупространства спадает медленнее, чем на свободной поверхности.

В случае, когда зависимость между давлением P и деформацией ϵ при нагружении среды принимается нелинейной и ударной, что соответствует распространению в среде двумерной ударной волны, давление в области возмущения по сравнению с линейным выше-рассмотренным случаем несколько завышается.

Численный эксперимент модельного исследования методом характеристик двумерной стационарной задачи о нелинейно-сжимаемой, неоднородном полупространстве показывает, что за счет неоднородности среды величины давления в возмущенной области получают большие, чем в однородной среде, значения и законы изменения давления в зависимости от фиксированных глубин полупространства имеют волнистый характер. При этом максимальные значения давления среды достигаются в соответствующих точках на фронте нелинейной волны сжатия.

Анализ экспериментов на ЭВМ подтверждает, что изменение начальной плотности в зависимости от глубины полупространства не оказывает существенного влияния на распределение давления и массовой скорости среды в волне сжатия. Здесь заметную роль играют изменения скорости ударной волны и волны разгрузки с глубиной полупространства.

Решена задача об отражении косо́й пластической волны от жесткой границы полосы. В этом случае, учитывая необратимость процессов, предложена волновая схема, согласно которой впереди отраженной волны с большей скоростью распространяется, как упругий предвестник, волна разгрузки слабого разрыва по возмущенной среде, что является аналогом одномерной стержневой теории. При этом, предполагая, что давление среды перед отраженной волной при различных горизонтальных уровнях равно давлению в соответствующих точках фронта падающей волны, задачи в областях отражения волн в квадратурах.

На основе этих решений при помощи вычислений установлено, что фронт отраженной от жесткой границы полосы, волны для нелинейно-сжимаемой среды, является выпуклой вверх поверхностью и обладает свойством угасания.

Исследована задача о распространении, отражении и преломлении двумерной стационарной пластической волны в двухслойной среде с плотностями ρ_1 , ρ_2 для случая, когда диаграмма состояния $P = P(\varepsilon)$ первой среды (грунта) является ударной и при нагружении имеет вид $P(\varepsilon) = \alpha_1 \varepsilon + \alpha_2 \varepsilon^2$, а второй среды (черной породы скалы или прокладки) – упругой или жестко-пластической. Задача решается аналитически как прямым, так и обратным методом с учетом волновых процессов во второй среде и без их учета.

Анализ результатов, полученных на ЭВМ, показывает, что при $\rho_1 > \rho_2$ учет упругопластических свойств второй среды (прокладки), моделируемой полупространством, приводит в основном к уменьшению максимальных значений напряжений (давления) на контакте двух сред. При $\rho_1 < \rho_2$ на контактной поверхности наблюдается концентрация давления, и напряжение получает наибольшее значение в случае акустического слоя, лежащего на жестком основании.

Таким образом, изучение двумерного напряженно-деформированного состояния однородной, неоднородной и слоистой среды при интенсивном воздействии подвижной нагрузки на границу многослойного полупространства подтверждает необходимость и важность учета нелинейных, необратимых, волновых процессов.

Литература

1. *Айдосов Г. А., Тойбаев С. Н.* Решение задач изгиба балок, плит и полос на деформируемом многослойном основании при подвижных нагрузках: Матер. Междунар. конф., посвящ. 90-летию Х. А. Рахматуллина. – Ташкент, 1999. – С. 23-27.

2. *Айдосов Г. А., Тойбаев С. Н.* Решение задачи о воздействии подвижной нагрузки на неоднородную полуплоскость: Тр. симпозиума, посвящ. 100-летию со дня рожд. К. И. Сатпаева. – Алматы, 1999. – С. 20-25.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОСТИ И ФАЗОВОГО СОСТАВА
ШЛАКОВ АЛЮМОСИЛИКОТЕРМИЧЕСКОГО ФЕРРОТИТАНА****С. О. Байсанов, д.т.н., Е. У. Жумагалиев, Н. З. Нурғали**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева

Мақалада жоғары пайызды ферротитан өндірісінің қождардың физикалық сипаттамаларын (тұтқырлығын, кристалдану температурасын) анықтау бойынша зертханалық тәжірибелердің нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ зерттелініп отырған қождардың фазалық құрамдары анықталды.

Түйінді сөздер: қождар, алюмосиликотермиялық ферротитан.

Results of laboratory experiments on determining physical properties of high-grade ferrotitanium slags, such as viscosity and crystallization temperature were represented in the article. Phase composition of investigated slags was determined.

Key words: slags, Alumina-silicothermy ferrotitanium.

При плавке ферротитана и других ферросплавов различными способами вязкость расплава оказывает существенное влияние на скорость и полноту процессов восстановления, а также на скорость осаждения капель металла через слой шлака [1]. Отсутствие данных о вязкости шлаков затрудняет изучение процесса плавки и разработку мероприятий, направленных на повышение извлечения ведущего элемента.

Вязкость шлаков измеряли электровибрационным вискозиметром в печи сопротивления с угольным нагревателем. Предварительно измельченную навеску шлака (15-20 г) погружали в молибденовый тигель, который находился в изотермической зоне угольного нагревателя. После полного расплавления навески шлака (1750-1800 °С) содержимое тигля перемешивали молибденовым прутом и выдерживали в течение 30 мин для гомогенизации. Вискозиметр градуировался по жидкости «Клеричи», плотность которой близка к плотности расплавленных металлургических шлаков. Диапазон измерения составлял 0,2-40 пуаз. Градуировочная зависимость э.д.с. вискозиметра от вязкости жидкости имеет плавный наклон, что по-

звояет пользоваться вискозиметром для измерения вязкости шлаков в широком диапазоне. Получены экспериментальные данные по вязкости шлаков (рис. 1). Повышение концентрации CaO от 5,1 до 14,8 способствует значительному уменьшению вязкости шлаков. При увеличении содержания CaO до 10,3 снижение вязкости более резкое, а при дальнейшем повышении содержания CaO – более плавное. Это, по-видимому, объясняется переходом малоподвижных группировок, соответствующих β -глинозему [2], в более подвижные, свойственные моноалюминату кальция $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

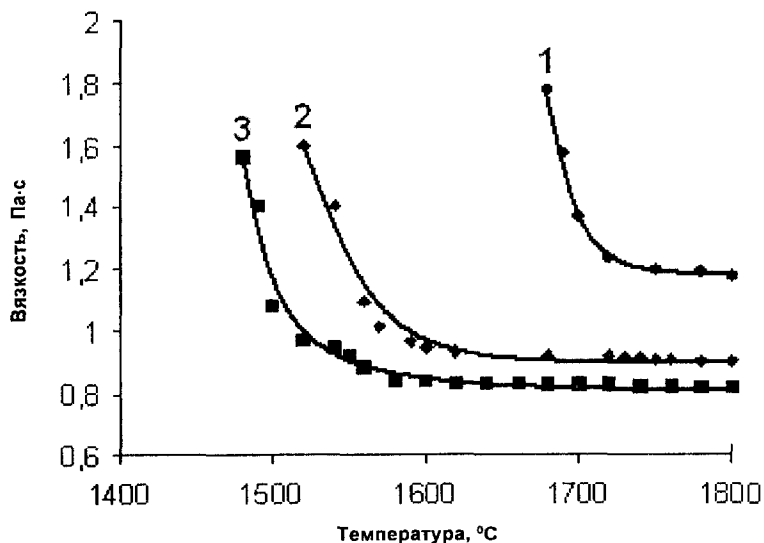


Рис. 1. Изменение вязкости шлаков в зависимости от температуры (номера кривых соответствуют номеру шлака согласно табл. 1)

Положительное влияние добавок оксида кальция (до 50 %) на снижение вязкости высокоглиноземистых доменных шлаков отмечалось ранее [3, 4]. Так, в работе [4] указано, что при содержании CaO более 50 % вязкость и температуры плавления доменных шлаков уже повышаются. Следовательно, доменные шлаки, содержащие до 50 % CaO, по характеру влияния CaO на их вязкость аналогичны глиноземо-титанистым шлакам.

Температуру кристаллизации шлаков определили на основе известной экспоненциальной зависимости вязкости от температуры:

$$\eta = A \cdot e^{\frac{E}{RT}}, \quad (1)$$

где η – вязкость, Па·с;
 A – предэкспоненциальный множитель;
 R – универсальная газовая постоянная;
 E – энергия активации;
 T – температура.

Прологарифмировав это выражение, найдем:

$$\ln \eta = \ln A - \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T}, \quad (2)$$

где $\ln A$ – отрезок, отсекаемый на оси ординат;
 E/R – угловой коэффициент прямой.

На рис. 2 в качестве примера расчетные данные приведены в координатах $\ln \eta - 1/T$, где достаточно четко видны переломы на прямых, свидетельствующие о структурном изменении шлаков при их остывании. Точку перелома отождествляют с температурой начала кристаллизации, она может быть найдена с помощью графика или путем совместного решения уравнений прямых до и после перелома.

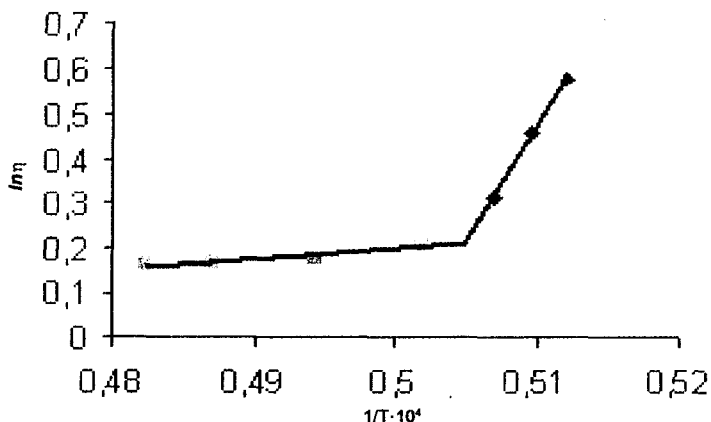


Рис. 2. Зависимость логарифма вязкости от обратной температуры

В табл. 1 приведены уравнения, коэффициенты которых вычислены обработкой опытных данных методом наименьших квадратов. Показаны температуры кристаллизации $t_{кр}$, °С и значения энергий активации вязкого течения исследованных шлаков E.

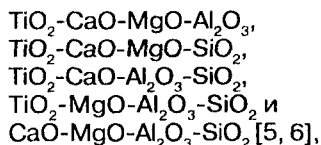
Таблица 1

Температура кристаллизации и энергия активации вязкого течения исследуемых шлаков

№ шлака	Уравнения	$t_{кр}$, °С	E, кДж/моль
1	$\ln_a = 2,3007/T - 0,9513$ $\ln_b = 51,386/T - 25,731$	1707	191 4272
2	$\ln_a = 1,0689/T - 0,6233$ $\ln_b = 31,606/T - 17,136$	1576	89 2628
3	$\ln_a = 0,5272/T - 0,4568$ $\ln_b = 23,223/T - 12,823$	1562	44 1931

Реальные шлаки от плавки ферротитана представляют собой многокомпонентную систему оксидных продуктов алюмосиликотермического восстановления богатых титановых шлаков (БТШ). Однако их основу составляет относительно небольшое количество оксидов. Фазовый состав шлаков ферротитана можно охарактеризовать пятикомпонентной системой $TiO_2-Al_2O_3-SiO_2-MgO-CaO$.

Основываясь на предварительных результатах тетраэдрации конгруэнтно плавящихся соединений граничных четверных систем:



вывели путем выписывания подобных (отличающихся одним компонентом из четырех) из общего ряда тетраэдров составляющих подсистемы. В итоге, учитывая квазибинарность оксидов и рассмотрев по аналогичному методу все тетраэдры пяти четверных систем, пришли к тому, что она состоит из 30 стабильных пентатопов.

Применение результатов термодинамически-диаграммного анализа относительно к богатым титановым шлакам и шлакам от производства ферротитана сводится к нахождению элементарных пентатопов, моделирующих их составы и нормативное распределение первичных фаз между вторичными соединениями рассматриваемого

пентатопа. Критерием месторасположения заданного состава шлаковых расплавов в одну из квазисистем являются положительные величины пяти вторичных компонентов определенной квазисистемы, рассчитанных по уравнению Хиза.

Для определения технологичности образующихся шлаков в процессе плавки необходимо пересчитать их средневзвешенные вещественные составы на пять вторичных оксидов системы TiO_2 - Al_2O_3 - SiO_2 - MgO - CaO . Рассмотрены химический и фазовый состав шлаков высокопроцентного ферротитана, образованных от алюмосиликотермии БТШ - переработки шокашского концентрата (табл. 2).

Таблица 2

Химический и фазовый состав шлаков

№ шлака	Химический состав, %					Фазовый состав, %				
	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SiO_2	AT	CAS_2	MA	CT	A
1	64,2	21,8	5,1	2,0	6,9	43,6	16,0	7,1	4,5	28,8
2	60,7	21,5	10,3	1,7	6,8	25,7	15,8	6,0	17,3	36,1
3	56,0	21,1	14,8	1,6	6,7	10,1	15,5	5,6	28,3	40,5

Показано, что шлаки ферротитана из БТШ от переработки ильменитовых концентратов Шокашского месторождения расположены в пентатопе

AT-CAS₂-MA-CT-A.

Рассмотрим объем и коэффициенты уравнений для расчета равновесных соотношений вторичных компонентов системы AT-CAS₂-MA-CT-A:

объем пентатопа $V = 0,022061$

$AT = 2,2779 \cdot T + 1,52367 \cdot S - 3,25099 \text{ } ^\circ C$

$CAS_2 = 2,32019 \cdot S$

$MA = 3,53357 \cdot M$

$CT = -1,13757 \cdot S + 2,42718 \text{ } ^\circ C$

$A = -1,2779 \cdot T + 1 \cdot A - 1,70628 \cdot S - 2,53357 \cdot M + 1,82381 \text{ } ^\circ C$

Таким образом, установлено, что образующиеся шлаки в области температур ликвидуса включают фазы титалита, анортита, шпинели, перовскита и свободного глинозема.

Литература

1. Сучильников С. И., Соколов В. Е., Войнов В. В. Вязкость глиноземо-титанистых шлаков // Известия вузов. Черная металлургия. – 1961. – № 10. – С. 42-45.
2. Белянкин Д. С., Боголюбов В. В., Лапин В. В. Низшие окислы титана в алюминотермитном процессе // ДАН СССР, LXV. – 1949. – № 5.
3. Михайлов В. В., Братчиков С. Г. Вязкость высокоглиноземистых шлаков // Тр. УПИ. – 1957. – № 67.
4. Естропьев К. С., Торопов Н. А. Химия кремния и физическая химия силикатов // ГИЛ по строительным материалам, 1956.
5. Байсанов С. О., Нургали Н. З., Алмагамбетов М. С. Математическое моделирование диаграммы фазового состава $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ // Промышленность Казахстана. – 2008. – № 4 (49). – С. 75-77.
6. Байсанов С. О., Нургали Н. З., Алмагамбетов М. С. Термодинамически-диаграммное исследование подсистем расплавов системы $\text{TiO}_2\text{-CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$: Науч.-техн. сб. // Новости науки Казахстана. – 2008. – Вып. 3 (98). – С. 17-22.

УДК 621.879.064

МРНТИ 55.53.29, 67.17.15

НАГРУЖЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН ПРИ ИХ ДВИЖЕНИИ В ГЛИНИСТОМ РАСТВОРЕ

А. С. Нурмаганбетов

Карагандинский государственный технический университет

Төрт режим (шведтік, бингамовтік, псевдоламинарлы, турболенттік) үшін сұйықтағы қатты денелердің қозғалуына кедергілік күштерді есептеу жүргізілген. Жерқазғыш машиналардың сазды ерітіндіде қозғалуына кедергі келтіретін күштердің мөлшерін анықтауға мүмкіндік беретін тәуелділіктер анықталған.
Түйінді сөздер: жерқазғыш машиналар, қозғалыс кедергілері.

Calculation of motion resistance forces for solids in the liquid for four modes (shvedovsky, bingamovsky, pseudo-laminar, turbulent). The dependence for determining of the motion resistance forces value of the of earth-moving machines labour bodies in clay thixotropic solution has been revealed.

Key words: earth-moving machines, resistance of motion.

При строительстве несущих стен подземных помещений и противодиффузионных завес способом «стена в грунте», при бурении нефтяных и газовых скважин для устойчивости стенок траншей и скважин разработка грунта производится под глинистым тиксотропным раствором. Применение глинистого раствора обусловлено его важными свойствами: способностью коагулировать стенки траншеи (т. е. образовывать на них водонепроницаемую глинистую плёнку) и удерживать во взвешенном состоянии частицы разрабатываемого грунта. В состоянии покоя глинистый раствор представляет собой густую студенистую массу-гель. При механическом воздействии на него раствор способен изменять вязкость, разжижаться, образуя вязкую жидкость – золь.

Перечисленные свойства глинистых растворов существенно отличаются от свойств обычных вязких жидкостей, их реологические

свойства определяются сложным внутренним строением, физико-химическими свойствами глин, их концентрацией в растворе.

Глинистый раствор представляет собой двухфазную дисперсную систему, в которой твердой фазой являются частицы глины, жидкой фазой – вода. Поверхность твердых частиц служит поверхностью раздела фаз. В поверхностном слое дисперсионная среда обладает аномальными свойствами по сравнению с её обычными характеристиками. Такой слой называется сольватной оболочкой частиц. Другими важными свойствами глинистых растворов являются: плотность, вязкость, суточный отстой или седиментация, стабильность, водоотдача, толщина глинистой корки на стене траншеи, предельное статическое напряжение сдвига, содержание песка, концентрация водородных ионов:

- плотность – 1,08-1,5 т/м³ (измеряется ареометрами АГ-1, АГ-2, АГ-3ПГ, весами Баруа);

- вязкость – 17-30 с (вискозиметр ВП-5), седиментация до 5 % (цилиндр ЦС-2);

- стабильность – 0,01-0,02 т/м³ (цилиндры ЦС-1, ЦС-2);

- водоотдача – 25-30 см³/мин (прибор БМ-6);

- толщина глинистой корки – не более 4 мм;

- статическое напряжение сдвигу после минутного выдерживания – не менее 1 Па (прибор СНС-2);

- содержание песка – не более 4 %;

- содержание щелочи – рН = 9,5-10,0.

Сущность процессов, происходящих в вязкопластичных средах, была раскрыта П. М. Огибаловым, А. Х. Мирзаджанзаде, В. П. Мясниковым [1-3]. Частицы глины, взвешенные в воде, совершают броуновское движение. Вокруг частиц образуются силовые поля, взаимодействующие друг с другом. С некоторой вероятностью возможно слияние частиц и их дальнейшее совместное движение. Аналогичный процесс может произойти со следующей частицей и т. д., в результате образуется рыхлая пространственная сетка – коагуляционная структура.

Коагуляционная структура, образованная сцеплением частиц в цепочку, и неупорядоченные пространственные сетки являются наиболее распространенным видом дисперсных структур. При внешнем механическом воздействии на раствор силовые поля частиц будут искажаться. При малой интенсивности отсутствует внешнее воздействие размыва связей в пространственной сетке. Возможен переход частиц из одного положения в другое. Сравнительно небольшая постоянная нагрузка на среду будет вызывать перестрой-

ку каркаса, дисперсная система приходит в состояние установившегося течения. В случае интенсивного внешнего воздействия перестройка структурного каркаса не может обеспечить развитие установившегося течения раствора, поэтому рыхлая структурная сетка разрушается. Наличие броуновского движения глинистых частиц приводит к образованию новых связей между ними. Дисперсная система будет находиться в стационарном состоянии, когда число вновь образующихся связей в единицу времени примерно равно числу разрушаемых.

Свойства дисперсных систем определяются временем релаксации – периодом, в течение которого восстанавливаются связи между частицами структурного каркаса, и в дисперсной системе вновь образуются рыхлые пространственные структуры. Это свойство глинистых и некоторых других растворов получило название «тиксотропии», что означает «изменчивый при прикосновении». Глинистые растворы обладают способностью приспосабливаться к внешним воздействиям. Явление релаксации описывается уравнением Максвелла, из которого следует, что с течением времени напряженное состояние системы ослабляется.

В зависимости от интенсивности внешних воздействий на среду в дисперсной системе могут развиваться 3 вида деформации:

- упругие деформации, связанные с изменением межатомных и межмолекулярных расстояний;
- эластичные деформации, при которых меняется ориентация частиц в структурном каркасе;
- пластические деформации, связанные с перемешиванием коагуляционных структур.

Кроме того, необходимо учитывать вязкую деформацию, действие которой проявляется в неравномерности движения слоев жидкости. Движение жидкости осуществляется за счет трения о рабочие органы и гидродинамических сопротивлений на его поверхностях. В движении вязкопластичного раствора различают 4 режима:

- шведовский – режим течения жидкости с практически не разрушенной структурой, происходящей с очень малыми скоростями движения порядка нескольких сантиметров в секунду. При этом жидкость обладает эффективной ньютоновской вязкостью $\eta_{эф}$;
- бингамовский – режим течения жидкости с непрерывно разрушающейся структурой, который происходит со скоростью движения порядка 1,25 м/с. Для такого режима течения вводится понятие структурной вязкости η ;

– псевдоламинарный – режим течения жидкости с практически полностью разрушенной структурой; наблюдается при скоростях течения порядка 1,5 м/с, жидкость обладает динамической вязкостью μ ;

– турбулентный – режим протекает со сравнительно большими скоростями (более 2 м/с). При этом происходит интенсивное перемешивание жидкости, обладающей фиктивной вязкостью μ_f .

Если к дисперсной системе приложить довольно интенсивное внешнее воздействие, то в системе могут произойти пластические деформации – перемещение отдельных структур, возможно возникновение псевдоламинарного режима течения жидкости и переход к турбулентному, минуя бингамовский. Переменная вязкость тиксотропного раствора связана с дисперсной фазой, которая имеет некоторую изменяющуюся структуру.

Математический анализ процессов ползучести, релаксации и стационарного течения раствора на обобщенной механической модели Шведова – Кельвина показал, что при весьма малых напряжениях сдвига тиксотропные системы обладают высокой (порядка 1 млн пауз) ньютоновской вязкостью без заметного разрушения структуры. Эта вязкость обычными реологическими методами не обнаруживается.

При напряжениях сдвига, значительно превосходящих предельные значения, можно выделить область постоянной ньютоновской вязкости, определяемой в ламинарном потоке. В состоянии вязкопластичного течения (бингамовский режим), сопровождающегося изменением и разрушением структуры, тиксотропный раствор обладает структурной вязкостью. При турбулентном течении коагуляционные структуры глинистого раствора нарушены, тиксотропный раствор имеет фиктивную вязкость.

Глинистый тиксотропный раствор является двухфазной средой, в которой частицы глины способны образовывать сложную внутреннюю структуру. Поэтому в качестве реологической модели глинистого раствора используется комбинированная реологическая модель, состоящая из простейших моделей. Наиболее точно реологические свойства глинистых тиксотропных растворов описываются моделью Шведова – Бингама.

$$\tau = \tau_0 \pm \frac{dU}{dn} \mu, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение сдвига;

τ_0 – предельное напряжение сдвига;

dU/dn – градиент скорости движения раствора;
 dU – предел скорости смешения одного слоя раствора относительно другого;
 dn – расстояние между слоями.

Механические свойства сплошной среды определяются уравнениями состояния, связывающими тензоры напряжения деформаций и скоростей деформации. Если максимальное касательное напряжение не превосходит предельного напряжения ϕ_0 , то вязкопластичная жидкость ведет себя как несжимаемое упругое тело, для которого справедлив закон Гука:

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (2)$$

где σ – нормальное напряжение;
 E – модуль упругости;
 ε – относительная деформация.

$$\tau = jG, \quad (3)$$

где j – угловая деформация;
 G – модуль сдвига.

Если максимальное касательное напряжение больше, чем ϕ_0 , имеет место вязкое течение раствора.

Как указывает академик П. А. Ребиндер, для случая структурного режима течения жидкости возможно использование модели Шведова – Кельвина, которая дает следующие уравнения для кинематики жидкости:

$$\sigma < \sigma_0 ;$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left(1 - e^{-\frac{t}{t_0}}\right), \quad (4)$$

$$\sigma > \sigma_0 ;$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left(1 - e^{-\frac{t}{t_0}}\right) + \frac{\sigma - \sigma_0}{\eta} t, \quad (5)$$

где σ – напряжение в коагуляционной структуре;
 σ_0 – предел упругости, ниже которого остаточные деформации не развиваются;
 E_1 – начальный условно-мгновенный модуль сдвига;
 E_2 – модуль эластичности;

t – время протекания процесса;

t_0 – время релаксации.

Для вязкого течения вязкопластичной жидкости получено следующее уравнение состояния (в векторно-тензорной форме)

$$\sigma_{ij} = (j + \frac{\tau_0}{v})e_{ij}, \quad (6)$$

где v – скорость сдвига;

e_{ij} – скорость деформации.

Для всех режимов течения глинистого тиксотропного раствора будет справедливо уравнение сплошности среды:

$$\operatorname{div}(\rho_c \vec{V}) + \frac{d\rho_c}{dt} = 0, \quad (7)$$

где ρ_c – плотность раствора.

Для вязкого течения тиксотропного раствора (бингамовский и псевдоламинарный режим) будут справедливы дифференциальные уравнения движения сплошной среды в форме Коши:

$$\rho_c \frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{K} + \vec{P}; \quad (8)$$

где ρ_c – плотность жидкости;

$d\vec{V}/dt$ – субстанциальная производная скорости движущегося элемента среды;

K – массовая сила.

P – поверхностная сила.

С целью определения числового значения силы трения при движении тела в растворе необходимо знать величину касательного напряжения τ , которое для каждого режима течения имеет определенное значение.

Для определения τ при бингамовском режиме движения раствора применима формула Шведова – Бингама.

Для псевдоламинарного режима течения раствора напряжение сил трения выражается зависимостью:

$$\tau = \pm \mu \frac{dV}{dh}. \quad (9)$$

Знаки «плюс» и «минус» принимают в зависимости от знака градиента скорости течения раствора с учетом требования, чтобы напряжение сил трения было положительным.

При турбулентном режиме течения глинистого раствора для получения полного напряжения сил трения необходимо к основному вязкостному трению по И. Ньютону прибавить дополнительное напряжение от пульсации:

$$\tau = \mu \frac{dV}{dh} + \rho_c l^2 \left(\frac{dV}{dh} \right)^2, \quad (10)$$

где l – осредненное значение пути перемешивания.

Уравнение (11) является общим для определения напряжения сил трения в растворе в ламинарном и турбулентном потоке. В ламинарном потоке влияние скорости пульсации потока ничтожно мало, и для такого потока превалирует первый член уравнения (11).

В турбулентном потоке при большом значении числа Рейнольдса влияние вязкости раствора, наоборот, пренебрежимо мало и здесь существенно влияние второго члена уравнения.

Важным моментом является определение границ ядра течения. При движении пластинки в растворе размеры ядра течения могут быть получены из уравнения:

$$V = \frac{\Delta P}{4l\eta} (H_{\text{ж}}^2 - \delta_{\tau}^2) - \frac{\tau_0}{\eta} (H_{\text{ж}} - \delta_{\tau}), \quad (11)$$

где ΔP – перепад давления на рассматриваемом участке;

l – длина участка;

$H_{\text{ж}}$ – максимальное расстояние от пластинки, в котором осуществляется движение;

δ_{τ} – толщина пограничного слоя.

Радиус зоны вязкопластичного течения при вращении гладкого цилиндра зависит от его угловой скорости

$$\left(\frac{r_{\tau}}{r} \right)^2 - \ln \left(\frac{r_{\tau}}{r} \right)^2 = 1 + \frac{2\mu\omega}{\tau_0}, \quad (12)$$

где r_{τ} – радиус распространения зоны вязкопластичного течения;

r – радиус-вектор некоторой точки жидкости.

Приведенные уравнения движения и состояния вязкопластичной среды являются весьма сложными. Поэтому на практике задачи о течении таких сред и о движении тел в реологических средах решаются приближенными методами, позволяющими получить достаточно полную картину обтекания и объяснить экспериментальные ре-

зультаты. В настоящее время такие задачи решены для случаев движения вязкопластичной среды по трубам вращения длиной буровой штанги в растворе.

Однако землеройные машины, применяемые при строительстве способом «стена в грунте», кроме вращающихся по оси труб имеют конструктивные элементы, совершающие движение по различным степеням свободы. В связи с этим необходимо решение двух задач:

- установление сопротивления движению рабочих органов землеройных машин в глинистом растворе;
- определение прочных характеристик конструкций землеройных машин, работающих в глинистом растворе [4].

Литература

1. *Огibalов П. М., Мирзаджанзаде А. Х.* Нестационарное движение вязкопластичных сред. – М.: МГУ, 1970. – 415 с.

2. *Мирзаджанзаде А. Х.* Вопросы гидродинамики вязких и вязкопластичных жидкостей в нефтедобыче. – Баку: Азернефтестр, 1995. – 98 с.

3. *Мясников В. П.* О постановке задачи сгибания тел вязкопластичной жидкостью // Журн. прикл. механики и техн. физики. – 1962. – № 4. – 52 с.

4. *Кадыров А. С., Кабашев Р. А.* Основы нагружения фрезерных и бурильных машин. – Караганда, 1994. – 124 с.

УДК 629.4.004

МРНТИ 73.29.41

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЗАМЕДЛИТЕЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ ПРИ СПУСКЕ С СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

А. М. Муратов, д. т. н., Б. Ш. Бекетов *

Казахский университет путей сообщения
Военный институт Сил воздушной обороны*

Сұрыптау төбешігінен түскен кездегі теміржол вагондары бәсеңдеткіштерінің құрылысы жасалған.

Түйінді сөздер: темір жол вагондары, сұрыптау станциялары, қозғалысты бәсеңдеткіштер.

A retarding mechanism design for railway cars at descent from inclined surface separator has been developed.

Key words: railway cars, railway yard, retarding mechanisms.

Казахстан обладает огромным железнодорожным транзитным потенциалом, но для его эффективного использования следует интегрировать нашу транспортную систему в мировую. Для чего необходимо повысить качество и безопасность, а также снизить стоимость железнодорожных перевозок. Решение этих задач в настоящее время рассматривается как одно из важнейших направлений государственной политики, направленной на управление ростом и устойчивостью экономики Казахстана через диверсификацию, инфраструктурное развитие и создание основ высокотехнологической дальнейшей индустриализации [1].

Сортировочные станции предназначены для массовой переработки вагонов и формирования поездов. На спускной части горки сортировочных станций для регулирования скорости движения вагонов применяют тормозные средства. На сети железных дорог сохранилось большое количество сортировочных станций с ручными

горками, на которых торможение выполняется тормозными башмаками. К недостаткам известных устройств относятся сложность и громоздкость, чрезмерная удельная материалоемкость, большая инерционность и нестабильность тормозных характеристик.

Поэтому актуальной проблемой является разработка нового поколения вагонных замедлителей, отвечающих современным эксплуатационно-техническим требованиям, предъявляемым к горочным тормозным средствам. Это в первую очередь высокая надежность и экономичность в расходовании энергоресурсов, небольшие металло- и трудоемкость обслуживания.

Предлагаемый вагонный замедлитель (рис. 1) содержит раму 1, которая устанавливается между рельсами 11 железнодорожного полотна. На раме имеются V-образные рычаги 2 и 3 со шкивами 4 и 5, образующими два одинаковых плеча, на которых установлены тормозные барабаны 6 и 7 с равными диаметрами. Одни концы рычагов подвижно закреплены с помощью шкива 8 на раму, а другие - связаны со штоком 9 пружины 10. Жесткость пружины регулируется с помощью регулировочного устройства 12, которое состоит из регулировочного болта и шагового двигателя (уведомление о положительном результате формальной экспертизы от 26 декабря 2008 г., № 31747/17, г. Астана).

Устройство приводится в движение от колеса колесной пары 13 вагона (не показан) при движении его по наклонному пути, т. е. гребни колеса отталкивают тормозные колеса устройства от рельсов при вхождении в зазор между ними. Далее движение тормозных барабана 6 и 7 передается к V-образным рычагам 2 и 3, которые сжимают пружину 10 штока 9. Усилие пружины в сжатом виде создает нормальную реакцию взаимодействия тормозного колеса с ободом колеса колесной пары, которая определяет величину силы трения.

В зависимости от массы вагона жесткость пружины можно регулировать с помощью регулировочного устройства 12, которое состоит из регулировочного болта и шагового двигателя.

Принцип работы конструкции нового замедлителя вагонов заключается в том, что торможение происходит с внутренней стороны плоскости колеса колесной пары (рис. 2) посредством тормозного устройства барабанного типа так, чтобы тормозной момент уравновешивался моментом от веса вагона плоскости колеса.

Величина тормозящей силы трения $F_{тр}$ зависит от величины нормальной реакции N , которая возникает за счет прижатия тормозного

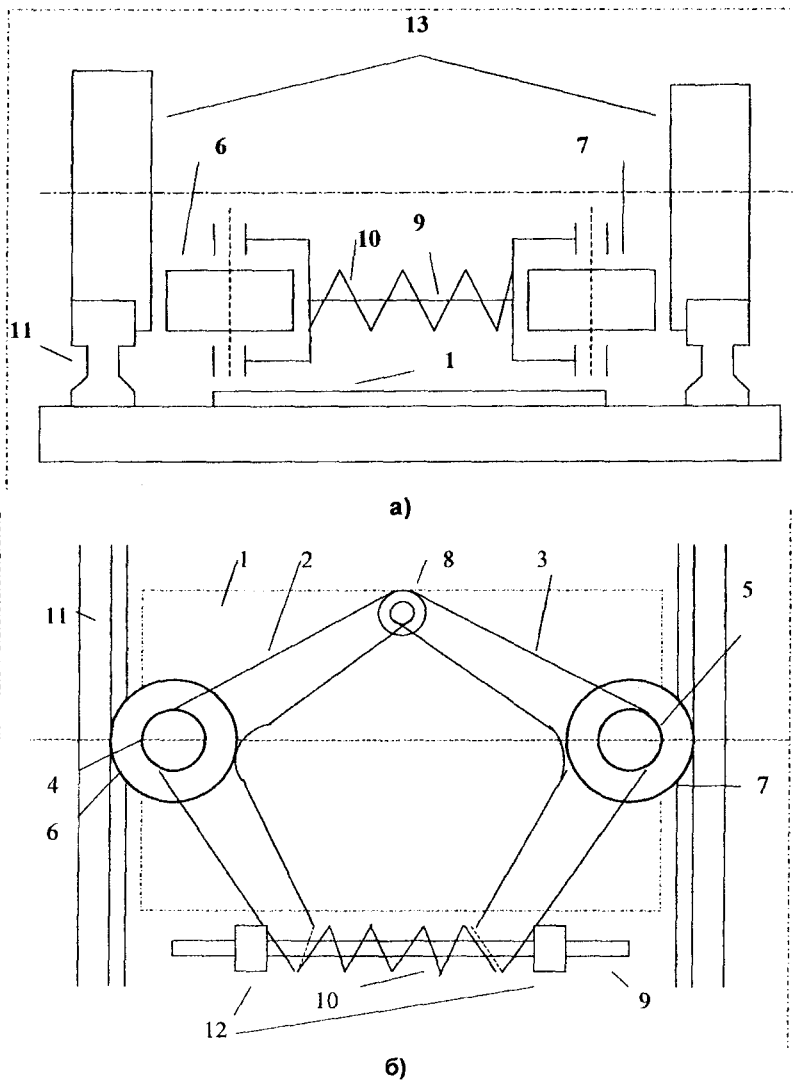


Рис. 1. Конструкция предлагаемого вагонного замедлителя:
 а) вид спереди; б) вид сверху
 1 – рама; 2, 3 – рычаги; 4, 5, 8 – шкивы; 6, 7 – тормозные барабаны;
 9 – шток; 10 – пружина; 11 – рельсы; 12 – регулировочное устройство

барабана 6 к внутренней плоскости колеса 13 колесной пары за счет распорной пружины 10, т. е.:

$$F_{\text{тр}} = f_{\text{ск}} \cdot N, \quad (1)$$

где $f_{\text{ск}}$ – коэффициент трения скольжения стали о сталь.

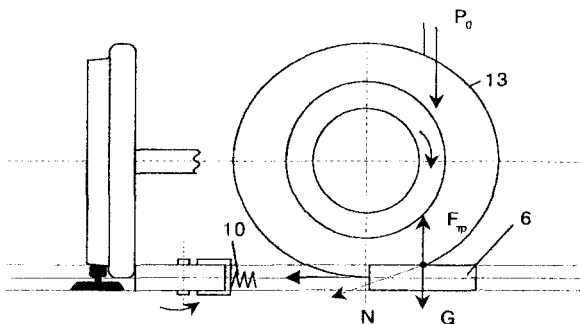


Рис. 2. Структурная схема взаимодействия нового замедлителя с колесом вагона

Окружная движущая сила P_0 , которая противодействует силе $F_{\text{тр}}$, зависит от инерционных факторов движущего вагона:

$$M_B \frac{dV}{dt} = G \cdot \sin \alpha - F_k, \quad (2)$$

где M_B – масса вагона;
 G – вес вагона;
 α – угол наклона горки;
 V – скорость вагона;
 t – время;
 F_k – сила качения вагона.

В формуле (1) F_k – сила качения вагона, которая равна:

$$F_k = G \cdot f_k \quad (3)$$

где f_k – коэффициент качения.

Поскольку торможение происходит в контакте с колесом колесной пары, инерционные факторы приведем к вращающим элементам вагона, т. е. кинетическая энергия вагона равна:

$$T_B = T_n + T_{BP} = M_B \cdot \frac{V^2}{2} + 4J_k \frac{\omega^2}{2} = J_{np} \frac{\omega^2}{2} \quad (4)$$

$$J_{np} = M_B r^2 + 4J_k \quad (5)$$

где J_{np} – приведенный к колесу момент инерции;

M_B – масса вагона;

r – радиус круга катания колеса;

J_k – момент инерции колесных пар.

Моменты, приведенные к колесам колесной пары до торможения, равны:

$$J_n \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_d - M_c, \quad (6)$$

где M_d – момент движения вагона;

M_c – момент сопротивления качению вагона.

Тогда формулу (6) запишем, как:

$$J_n \frac{d\omega}{dt} = r \cdot G \cdot \sin \alpha - G \cdot f_k \cdot r. \quad (7)$$

Отсюда ускорение равно:

$$\varepsilon_0 = \frac{d\omega}{dt} = \frac{r \cdot G(\sin \alpha - f_k)}{J_n}, \quad (8)$$

где ε_0 – ускорения до торможения.

Рассмотрим процесс взаимодействия замедлителя с колесом колесной пары вагона и запишем приведенные моменты:

$$J_n \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_d - M_c - M_T, \quad (9)$$

где M_T – момент торможения замедлителя.

Тогда формулу (9) запишем, как:

$$J_n \frac{d\omega}{dt} = r \cdot G \cdot \sin \alpha - G \cdot f_k \cdot r - F_{TP} \cdot \rho. \quad (10)$$

Отсюда ускорение равно:

$$\varepsilon_{\tau} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{r \cdot G(\sin \alpha - f_k) - F_{\text{тр}}\rho}{J_n}, \quad (11)$$

где ε_{τ} – ускорение после торможения замедлителем;
 ρ – расстояние от оси колеса до точки торможения.

Необходимо, чтобы усилие пружины в сжатом виде создавало нормальную реакцию взаимодействия тормозного колеса с ободом колеса колесной пары, которая определяет величину силы трения $F_{\text{тр}} = f_r \cdot N$, поэтому:

$$N = P_{\text{пр}},$$

где $P_{\text{пр}}$ – усилие пружины;
 f_r – коэффициент трения.

Это значит, что при неоднократном прохождении гребня колеса через тормозной барабан замедлителя постепенно уменьшается величина скорости вагона.

С учетом конструктивных особенностей каждой сортировочной горки необходимо задаваться такой силой трения $F_{\text{тр}} = f_r \cdot N$ и, подставив его значение в (11) для определения ε_{τ} после действия замедлителя, необходимой для требуемого ΔV падения скорости вагона.

Предлагаемый вагонный замедлитель обладает хорошей эффективностью торможения, существенно снижая скорость движения вагона, позволяет упростить конструкцию, повысить надежность при эксплуатации и снизить материальные затраты на его изготовление, а также улучшить качество сортировочного процесса, повысить сохранность подвижного состава и перевозимых грузов.

Литература

1. Новый Казахстан в новом мире. 30 важнейших направлений нашей внутренней и внешней политики: Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана от 28 февраля 2007 г. // Правительственный бюл. – 2007. – № 1. – С. 59-114.

**ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ
ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА г. АЛМАТЫ****В. К. Финк, к.т.н., З. И. Финк ***ОО «Магнетик»
ОО «Алматыстандарт»*

Метроға арналған шпалдарды бекіту мен конструкцияларының түрлері қарастырылған. Алматы қ. метросына арналған темірбетонды шпалдар мен жартышпалдардың конструкциясы ұсынылған.

Түйінді сөздер: метро, шпалдар, шпал бекітпелері.

The paper considers the types of fasteners and sleeper constructions for Metro. A design of reinforced concrete sleepers and short sleepers for the Metro in Almaty.

Key words: Metro, sleepers, sleeper fasteners.

Строительство метро в бывших странах постсоветского пространства началось в 1935 г. прошлого столетия. В столичных городах союзных республик и других крупных городах РСФСР началось массовое строительство метрополитенов на основе отработанных технологий ведения строительства и использованием для железнодорожного пути деревянных шпал со скреплением типа «Метро» (рис. 1).

Деревянные шпалы использовались повсеместно как в тоннелях, так и на станциях, и лишь на отдельных открытых участках применялись железобетонные шпалы, изготовленные по ГОСТ 10629-88, с промежуточным скреплением типа КБ, которые были широко распространены на магистральных железных дорогах. Срок службы деревянных шпал и полушпалков достигал 20 лет. Деревянные шпалы нашли применение в отечественных метрополитенах, но в мировой практике на смену деревянным пришли железобетонные шпалы с новыми видами скрепления, в странах СНГ – железобетон и полимербетон.

Проблему подрельсового основания в метрополитенах необходимо решать с учетом работы всего узла в целом: конструкции же-

лезобетонной шпалы и полушпалков, конструкции вида крепления, снижение шума и вибрации в период эксплуатации [1-5]. На основе опыта использования на магистральных железных дорогах, где более 35 лет применяются железобетонные шпалы, целесообразно при строительстве железнодорожного пути в метрополитенах использовать железобетонные шпалы и полушпалки.

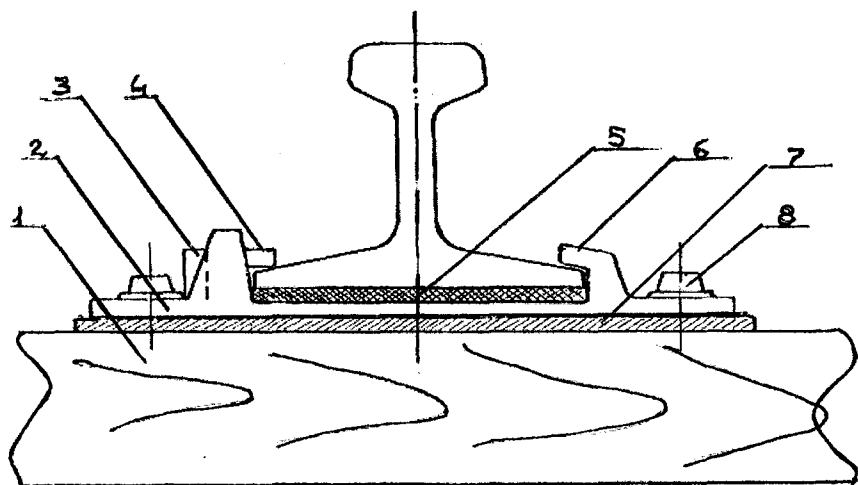


Рис. 1. Промежуточное крепление типа «Метро»:

- 1 – деревянная шпала; 2 – металлическая подкладка; 3 – маятниковый штырь;
- 4 – шплинт; 5 – подрельсовая прокладка; 6 – реборда-лапа;
- 7 – нащпальная прокладка; 8 – шуруп

Нами предложена конструкция железобетонных шпал и полушпалков, отличающаяся от ранее существующих железобетонных шпал (ГОСТ 10629-88). На рис. 2 представлена железобетонная шпала, выполненная в форме бруса, она напоминает форму деревянной шпалы.

Предлагаемая железобетонная шпала предварительно напряженная. Армирование железобетонной шпалы производится проволокой диаметром 3 мм по ГОСТ 7348-81 в количестве 44 ± 2 струны. Единственная разница – струнопакет увеличен по высоте, вместо нормируемых $5 \times 15 = 75$ мм предлагается армирование $(4 \times 15) + 30 = 90$ мм. В дан-

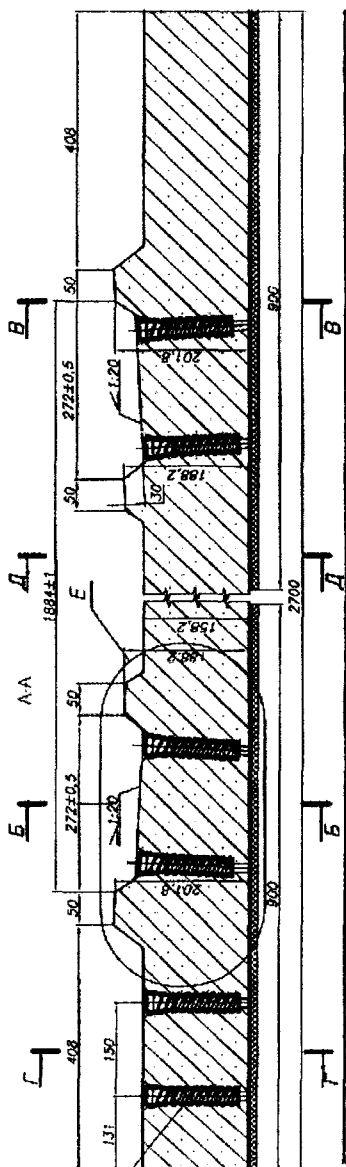


Рис. 2. Железобетонная шпала для метрополитенов

ном случае зона обжатия бетона увеличена за счет увеличения струнопакета в средней зоне.

Предложено новое армирование увеличенного размера струнопакета (рис. 3б).

Данный вид конструкции железобетонной шпалы предлагается использовать при строительстве железнодорожного пути в тоннелях метро на открытых участках, а также на магистральных железных дорогах с грузонапряженностью 50 млн т брутто в год и более. Особенностью данной конструкции являются не только сечение и армирование железобетонной шпалы, но и применение замониченного пластмассового дюбеля вместо седловидной закладной шайбы. (Неудовлетворительная работа закладного болта и седловидной закладной шайбы отмечена некоторыми авторами [1-3].)

Для работы в метрополитенах рекомендуется применение пластмассовых дюбелей. Причем их расположение в подрельсовой зоне железобетонных шпал и полшпалков должно сопровождаться дополнительным армированием (рис. 4).

По результатам испытаний (таблица) на вырывание замониченного дюбеля, установлена целесообразность применения дополнительного армирования зоны подрельсовой площадки в районе расположения пластмассового дюбеля.

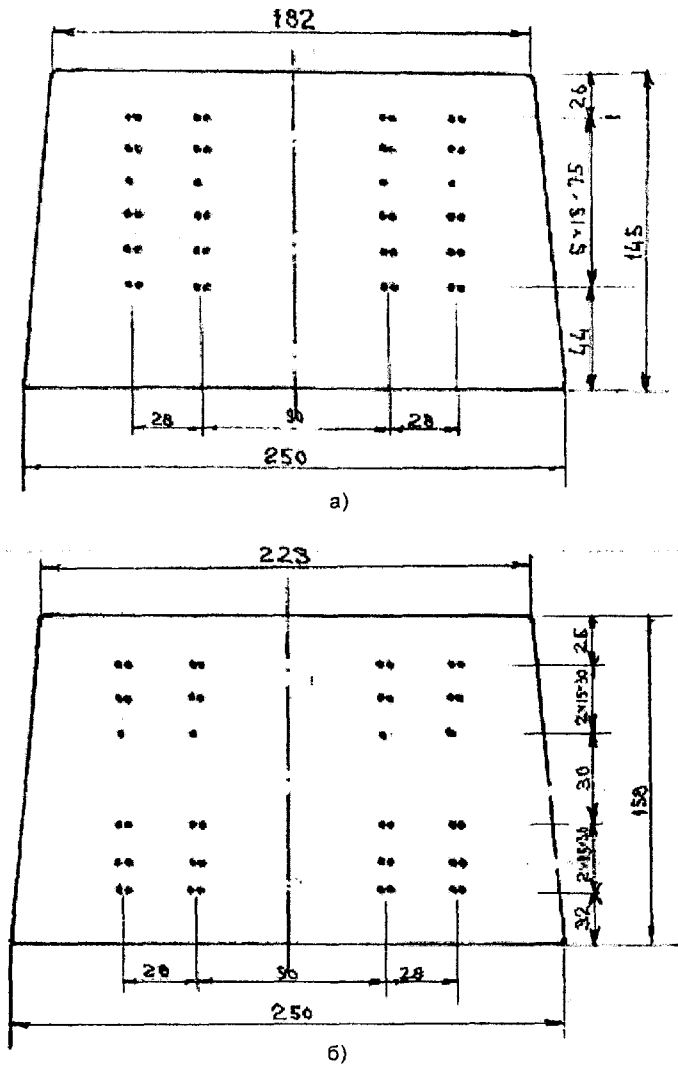


Рис. 3. Схема армирования железобетонных шпал и железобетонных полушпалков:
 а) существующее армирование железобетонных шпал по ГОСТ 10629-88;
 б) предложенное армирование увеличенного размера струнопакета

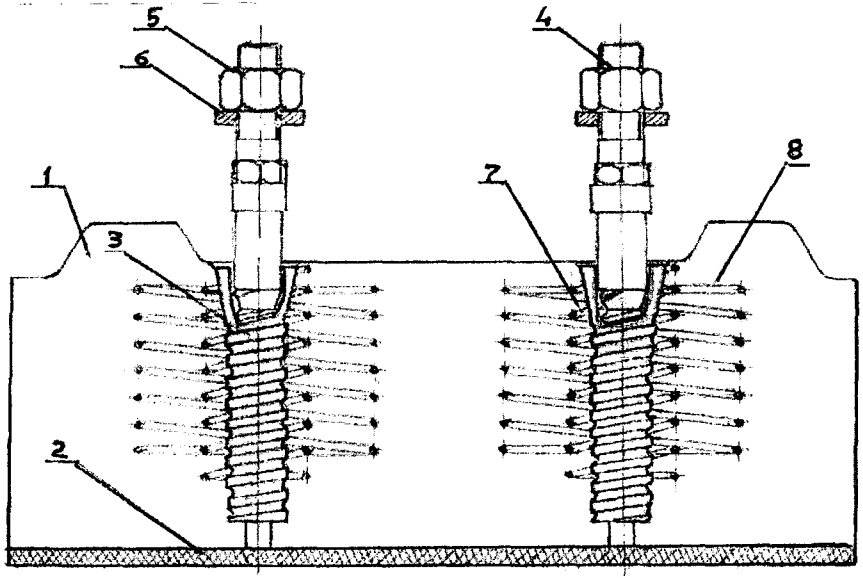


Рис. 4. Дополнительное армирование
зоны расположения пластмассового дюбеля:

- 1 – железобетонный полушпалок; 2 – резино-кордовая пластина;
- 3 – пластмассовый дюбель; 4 – универсальный болт-шуруп;
- 5 – гайка М22; 6 – плоская шайба; 7 – спираль диаметром 50 мм;
- 8 – спираль диаметром 120 мм

Вырывание дюбеля без дополнительного армирования с усилием 50 кН и более сопровождается, как правило, изломом железобетонной шпалы. Применение дополнительного армирования препятствует излому железобетонной шпалы, увеличивает срок эксплуатации шпал и деталей, используемых в них, исключает самую трудоемкую работу в тоннелях – извлечение непригодных шпал из путевого бетонного основания.

Конструкция самого пластмассового дюбеля в случае повреждения внутренней резьбы обеспечивает возможность выкручивания и закручивания из тела железобетонной шпалы с помощью специальных приспособлений. Для указанных операций в случае аварийных ситуаций предложен набор специальных инструментов.

Результаты испытаний на вырывание замоноличенного дюбеля из железобетонных шпал и полушпалок

Усилие натяжения струнопакета, кН	Передаточная прочность бетона, МПа	Усилие на вырывание дюбеля		
		I – без армирования, кН	II – с армированием пружина $\varnothing 50$ мм, кН	III – с армированием пружина $\varnothing 50$ мм, 100 мм, кН
358	36	65	98,6	110
358	34	62	82	106
358	32	58	85	120
358	32	58	83	120
358	33	70	101	122
358	36	68	100	118

Сечение шпал и полушпалков, приближенное к сечению деревянной шпалы, или сечение бруса позволяет снизить их перемещение вдоль пути за счет угона от подвижного состава, используя минимальную толщину полимерно-битумной мастики, которая располагается между стенками шпального ящика и самой шпалы.

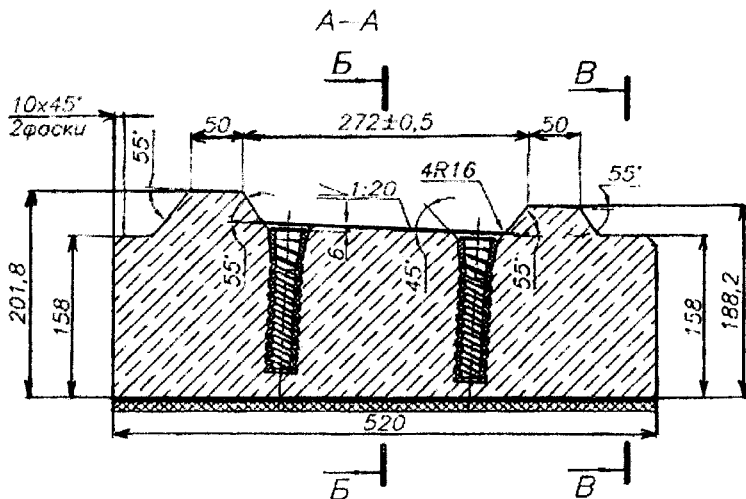


Рис. 5. Железобетонный полушпалок для метрополитенов

Конструкция полушпалков представляет собой «вырезанную» часть железобетонной шпалы в районе подрельсовой площадки длиной 520 мм (рис. 5).

Железобетонные шпалы и полушпалки в железнодорожном пути для метрополитенов укладываются на подстилающее бетонное основание согласно предложенной ниже эпюре раскладки шпал и полушпалков 1640 шпал на 1 км пути, с последующим бетонированием путевым бетоном кл. В-7,5.

Новый вид подкладочного скрепления типа KZF-07, так же как и конструкция самой железобетонной шпалы и полушпалков, разработаны в ТОО «Магнетик» Республики Казахстан (рис. 6) при активном содействии представителей КазАТК (д. т. н. Э. П. Исаенко, С. А. Косенко) и представителя «Казахстан темир жолы» (д. т. н. С. К. Мусаева).

Данный вид скрепления найдет широкое применение в строительстве метрополитена и магистральных железных дорог. Все детали указанного вида скрепления являются заводским исполнением и поставляются поставщику в комплекте с железобетонной шпалой или полушпалком. Прототипами предлагаемого вида скрепления служат скрепление типа КБ и бесподкладочное скрепление типа «Vossloh», зарекомендовавших себя во многих странах мира. Указанные виды скрепления на протяжении нескольких десятков лет эксплуатируются на железных дорогах Казахстана, каждый из которых обладает огромными достоинствами и недостатками.

Предлагаемый вид скрепления включает в себя детали верхнего строения пути, которые комплектуются заводом-изготовителем железобетонных шпал, куда входят следующие элементы: подкладка типа КБ 65 (укороченная) – 2 шт., универсальный болт-шуруп – 4 шт.; гайка М22 ГОСТ 16018-88 – 4 шт.; шайба плоская $d=25$ – 4 шт.; прокладка под подкладки – 2 шт.; прокладка под подошву рельса – 2 шт.; упругая клемма типа ОП-105 – 4 шт.

В новом виде скрепления используются прокладки под подкладку и прокладки под подошву рельса толщиной 6 мм из современного полимерного материала, которые обладают превосходными качествами: использование при температуре ± 60 °С; коэффициент трения 0,6; твердость по Шэру 68-75 ед.; стойкий к маслам, а величина деформации при нагрузке 150 кН не превышает 0,6 мм, что очень важно при использовании упругих клемм. Укороченная подкладка КБ выполнена из листового металла марки Ст.3, основные параметры толщина 15,5 мм, ширина 140 мм, а также расстояние между приливами 151 мм соответствуют подкладке КБ65. Использование данной подкладки позволяет производить регулировку пути по вертикали до 10-15 мм на

пучинистых участках железных дорог. Расположенные приливы обеспечивают стабильную колею 1520 мм, а также служат ограничителем для упругой клеммы типа ОП-105, центральный шлейф которой должен опираться на верхнюю часть прилива. При этом деформация клеммы составляет около 13 мм, что соответствует усилию прижатия 13,2 кН.

Универсальный болт-шуруп изготавливается из стали ст. 5 классом прочности 5, 8. Одна часть изготовлена с резьбовой частью 24x12,5 мм, другая - с резьбовой частью 22x2 мм. На болт-шуруп перед установкой в пластмассовый дюбель наносится жировая смазка. Вышеуказанный болт-шуруп закручивают с усилием 250 Нм с по-

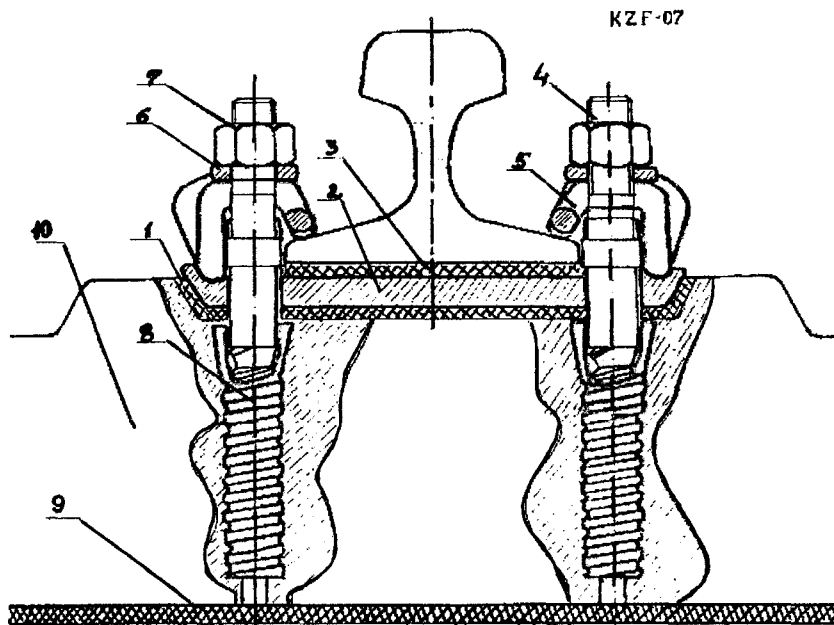


Рис. 6. Конструкция промежуточного рельсового скрепления KZF-07:

- 1 – прокладка под подкладку; 2 – укороченная подкладка КБ 65;
- 3 – прокладка под подошву рельса; 4 – универсальный болт-шуруп;
- 5 – упругая клемма Skl-12, ОП-105; 6 – шайба стальная диаметром 22 мм;
- 7 – гайка М22; 8 – пластмассовый дюбель;
- 9 – резинокордовая пластина толщиной 10 мм;
- 10 – железобетонный полушпалок

мощью шуруповерта с шестигранной головкой 27 мм на заводе-изготовителе железобетонных шпал.

Опыт эксплуатации метрополитенов с мелким заложением железнодорожного пути свидетельствует о необходимости мероприятий по снижению шума и вибрации. Однако резиновые прокладки толщиной 20 мм (ВНИИЖТ) не нашли широкого применения на деревянных шпалах. Виброзащитные прокладки такой толщины с деревянными шпалами нецелесообразны не только из-за толщины, но и вследствие отсутствия боковых упоров на самой деревянной шпале, ограничивающих поперечное перемещение подкладок.

Использование предлагаемых железобетонных шпал и полушпалок в состоянии обеспечить перемещение подкладки за счет углублений, выполненных в самой железобетонной шпале, борта которой воспринимают боковую нагрузку на себя, тем самым снижают её на шурупы.

Виброзащитные свойства в предлагаемой конструкции имеют 3 фильтра погашения. Первым фильтром погашения является резиновая прокладка толщиной 10 мм с кордовыми прослойками 6-8 слоев. Данный резино-кордовый ковер приклеивается к нижней части железобетонной шпалы или полушпалка на заводе-изготовителе с помощью полимерно-битумной мастики. Второй и третий фильтры выполнены из современных полимерных материалов, упругие свойства которых соответствуют нормируемым данным при использовании их в упругих видах скрепления с деформациями от осевой нагрузки 150 км не более 0,6 мм.

Использование в метрополитене г. Алматы новой конструкции железобетонных шпал и полушпалков, как нового промежуточного подкладочного скрепления KZF-07 и как конструкции, способствующей снижению шума и вибрации, обеспечит гарантию безопасности движения поездов. Кроме того, уменьшит до минимума профилактические и ремонтные работы и окажет благоприятное воздействие на состояние здоровья людей, проживающих вблизи от метро, а также на состояние целостности конструкций, сооружений, в том числе на тоннельную отделку.

Литература

1. *Кравченко Н. Д.* Новые конструкции железнодорожного пути для метрополитенов. – М.: Транспорт, 1994.

2. *Омаров А. Д., Закиров Р. С.* Подрельсовое основание метрополитенов. – Алматы: Бастау, 2002. – 130 с.

3. *Омаров А. Д., Закиров Р. С.* Конструкция приклепления рельсов к железобетонному основанию в метрополитенах. – Алматы: Бастау, 2002. – 139 с.

4. *Клинов С. И.* Железнодорожный путь на искусственных сооружениях. – М.: Транспорт, 1990. – 141 с.

5. *Финк В. К.* Совершенствование конструкции подрельсового основания при перемещении горной массы в отвалы железнодорожным транспортом: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Алматы, 2007.

УДК 625.711.2:624.15

МРНТИ 67.21.17, 67.11.29, 38.63.15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА АСФАЛЬТОБЕТОННОЕ ПОКРЫТИЕ

М. В. Дудкин, к.т.н., **А. Е. Касымов**

Восточно-Казахстанский государственный
технический университет им. Д. Серикбаева

Автомобиль жолдарының жол қабатындағы аяздан ісінуі талданған. өсерінің анализі және жол үйіндісіне арналған дымқылдығын, топырақ негізінің ісіну қысымын анықтау схемасы берілген.

Түйінді сөздер: автомобиль жолдары, асфальтбетонды жабынды, жолдың аяздан ісінуі.

Analysis of the roadway frost heaving causes. A method of determining saturation amount and amount of pressure heaving foundation soil on road topping.

Key words: motor roads, asphalt carpet, road frost heaving.

Снижение воздействия сил морозного пучения на напряженно-деформированное состояние сезонно промерзающих морозоопасных грунтов транспортных сооружений (автомобильных и железных дорог) является важнейшей задачей, позволяющей уменьшить эксплуатационные затраты, обеспечить долгосрочную эксплуатацию, безаварийность и безопасность дорог и транспортной техники.

Удлинение срока службы дорожной одежды ведет к увеличению ее потребительской стоимости.

При пучении и последующем оттаивании грунтов в весенне-летний период резко изменяются их физико-механические свойства, повышаются их водопроницаемость и сжимаемость, что приводит к неравномерным просадкам земляного полотна дорог, сопровождается разжижением и выплеском грунта, образованием бугров выпирания, смещением откосов и кюветов и, естественно, быстрым разруше-

нием дорожного покрытия под влиянием механического воздействия проходящего транспорта.

С началом морозов большинство наших дорог начинает “пучить”. Подчиняясь обычному физическому закону, влага самопроизвольно притягивается со всей толщи дорожной насыпи к подмерзшей верхней кромке. Этому способствуют преобладающие в Казахстане глинистые связные грунты, состоящие целиком из глины, или с её значительной примесью. Кроме того, глины и суглинки хорошо набирают и плохо отдают влагу. Подпочвенные воды подсасываются по рыхлостям и пустотам грунта слоев прямо под дорожное полотно, и с первыми морозцами замерзают.

Давление воды, замерзающей в замкнутой системе, достигает 2000 кг/см² при $t^{\circ} = -22^{\circ}\text{C}$. За зиму внутри земляного полотна образуется множество ледяных прослоек. А так как вода при замерзании увеличивается в объеме до 9 %, она раздвигает частицы грунта под дорожной одеждой, асфальт трескается, и на дорожном покрытии появляются вспученные участки. Весной верхний слой грунта непосредственно под асфальтом размораживается, так как подтянутая под дорожную одежду влага под действием солнца оттаивает, обводняется, и дорожное полотно теряет несущую способность. Покрытие проседает под колесами многотонного транспорта, асфальт проламывается, разрушая так называемые выпоры асфальтового полотна.

Для исключения морозного пучения необходимо лучше уплотнить грунт, не оставлять в нем пор, пустот и рыхлостей для прохода влаги. Под плотно укатанным дорожным основанием влага не сможет собираться под дорожной одеждой. Повышение прочности и долговечности дорожной одежды избавляет от необходимости ремонта, стоимость которого в процессе эксплуатации дороги значительно превысит дополнительные затраты на укатку.

Однако обеспечить необходимую прочность дорожного основания не всегда удастся. Иногда и уплотненное по стандарту дорожное полотно перенасыщается сточными водами из дренарующих канав или вследствие засорения мостовых конструкций только потому, что перенасыщение дорожного основания водой вовремя не было установлено. Сложным остается определение конкретного участка дороги, требующее оперативного вмешательства для обеспечения и поддержания целостности и работоспособности всей дороги.

В ВКГТУ им. Д. Серикбаева разработан способ определения давления пучения грунтового основания автомобильных дорог на асфальтобетонное покрытие, который позволяет выявить причины

разрушения дорожного основания и по ним назначить требуемый объем работ для восстановления работоспособности дороги.

Способ прост (риснок) и осуществляется следующим образом: после устройства грунтового основания автомобильной дороги 1, которое укладывается на естественное земляное основание и, как правило, состоит из слоев песчано-гравийной смеси и щебня, его уплотняют до стандартной плотности, и затем сверху укладывают слои мелкозернистого и крупнозернистого асфальта 2, которые также уплотняют. После того как уложен и уплотнен последний слой грунтового основания (щебня) 1, на его поверхности делают выемку, соответствующую размерам корпуса емкости 3 с незамерзающей жидкостью 4, и устанавливают в эту выемку корпус емкости 3, имеющий в своей верхней части опорную площадку 5, которая перекрывает величину поверхности выемки. Емкость 3 с незамерзающей жидкостью 4 плотно устанавливается в выемку в грунте, а опорная площадка 5 корпуса занимает положение, соответствующее горизонту грунтового основания 1, и не выступает за его пределы. Через опорную площадку 5 из емкости 3 с незамерзающей жидкостью 4 выведена помещенная в несжимаемую оболочку эластичная трубка 6, выходящая за обочину 7 дорожной конструкции и заканчивающаяся жидкостным манометром 8.

Жидкостный манометр каждой установленной емкости нумеруется и по бирке с номером в дальнейшем определяется место заложения в полотне дорожной конструкции емкости с незамерзающей жидкостью. Причем изменение давления внутри жидкости фиксирует данный манометр.

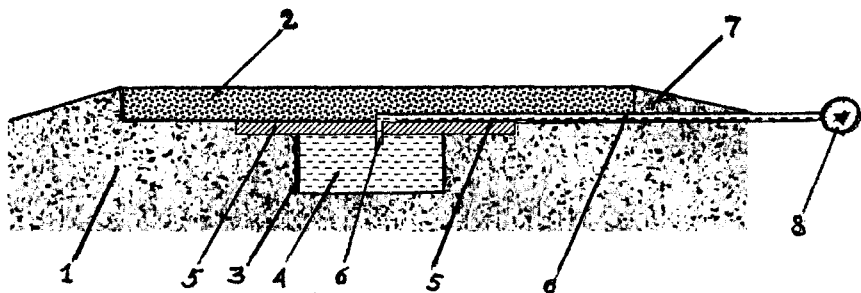


Схема реализации способа определения давления пучения:
1 – грунтовое основание; 2 – слой асфальтобетона; 3 – емкость;
4 – незамерзающая жидкость; 5 – опорная площадка; 6 – трубка;
7 – обочина; 8 – жидкостный манометр

После установки в грунтовое основание 1 всех перечисленных элементов, позволяющих реализовать заявляемый способ, поверх них укладывают слои асфальтобетонного покрытия 2. Опорная площадка 5, под которой находится емкость 3 с незамерзающей жидкостью 4, своими опорными полями опирается на грунтовое основание 1 и не дает асфальтобетонному покрытию 2 провалиться в выполненную в грунтовом основании выемку, в которой плотно установлена упругая емкость 3 с незамерзающей жидкостью 4, и воздействовать во время уплотнения асфальтобетонного покрытия 2 на объем упругого корпуса этой емкости 3. В результате опорная площадка 5 является поверхностью, на которую будет давить упругий корпус емкости 3 с незамерзающей жидкостью 4 под воздействием деформаций пучения замерзающего грунтового основания 1. Эластичная трубка 6, соединяющая емкость 3 с незамерзающей жидкостью 4 и жидкостный манометр 8, помещена в гибкую недеформируемую оболочку, поэтому асфальтобетонная смесь 1 может быть уложена прямо на эту оболочку с эластичной трубкой 6.

С наступлением холодного времени года влага, накопившаяся по разным причинам в толще грунтового основания, начинает застывать и превращаться в лед, который при замерзании расширяется в объеме. Вместе с частицами влаги начинает увеличиваться в объеме и грунтовое основание автомобильной дороги, упираясь сверху в асфальтобетонное покрытие и стараясь разрушить и деформировать его поверхность. Если влажность грунтового основания высокая, то и его деформации будут значительны, а значит, будут большими и силы, действующие на асфальтобетонное покрытие и стремящиеся вспучить его для освобождения энергии замерзания грунтового основания. Увеличиваясь при замерзании в объеме, грунтовое основание начнет давить на упругий корпус емкости с незамерзающей жидкостью, сжимая его в сторону асфальтобетонного покрытия с такой же силой, с какой оно давит на само асфальтобетонное покрытие. При сжатии упругого корпуса незамерзающая жидкость, находящаяся в нем, под давлением пучения грунтового основания и соответственного сжатия корпуса, изменится в объеме. Следовательно, изменится и давление жидкости внутри емкости, которое сразу же будет зафиксировано жидкостным манометром, расположенным на конце эластичной трубки, выведенной из емкости с незамерзающей жидкостью за пределы обочины дорожной конструкции. По величине давления грунтового основания, называемого давлением пучения, можно судить о реальном состоянии всей дорожной конструкции, так как превышение предельного давления, соответствующего пределу

прочности асфальтобетонного покрытия, позволяет судить о степени увлажнения грунтового основания, о степени его подтопления грунтовыми водами и определить причину разрушения асфальтобетонного покрытия. Если оно было разрушено при давлении пучения, соответствующего нормально допустимому, то причиной разрушения асфальтобетонного покрытия скорее всего стало недоуплотнение грунтового основания. Если же асфальтобетонное покрытие было разрушено давлением пучения грунтового основания, превышающим предел прочности асфальтобетонного покрытия, то значит, грунтовое основание избыточно переувлажнено и требуется комплекс мер по предупреждению проникновения влаги в толщу дорожной конструкции, и, в частности в её грунтовое основание.

Предложенный способ позволяет многократно экспрессным методом оценить способность грунтового основания к пучинообразованию и количественно оценивать величину давления пучения для выработки проектных решений по сооружению дорожных конструкций на критических участках, где давление пучения приближается или превышает предельно допустимое значение. Использование способа позволит значительно сократить средства на инженерно-геологическое изыскание причин разрушения и предупреждения дальнейшего разрушения дорожного полотна.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КВАЗИРАСЩЕПЛЕННЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Г. А. Самигулина, к.т.н., **З. И. Самигулина**, **Э. К. Ким**

Институт проблем информатики и управления

Квазижанқаланған стохастикалық басқару жүйелері үшін бағдарламалық қамтамасыз ету жасалған.

Түйінді сөздер: квазижанқалау әдісі, стохастикалық басқару жүйелері, бағдарламалық қамтамасыз ету.

A piece of software for construction of the quasi-splitting stochastic control systems.

Key words: the quasi-splitting method, stochastic control systems, software.

При разработке современных автоматизированных систем управления широко используются процедуры эквивалентирования для создания упрощенных моделей. Данная процедура позволяет облегчить исследование состояний сложных систем. Большинство реальных технологических процессов функционируют в стохастической среде. Для изучения динамических свойств выделенного класса систем используется метод квазирасщепления [1], позволяющий декомпозировать исходную сложную систему управления с использованием алгебраических проекторов на взаимосвязанные подсистемы меньшей размерности, но эквивалентные по динамическим свойствам исходной сложной системе.

Математическая модель стохастической системы управления в форме дифференциальных уравнений Ланжевена представлена следующим образом:

$$\dot{X}(t) = A(t)X(t) + B(t)U(t) + D(X)Z(t), t \in I(t_0), \quad (1)$$

где множество $I(t_0) \subset [0, \infty)$;

t – текущее время;

$X(t) = (X_1(t), \dots, X_n(t))^T \in R^n$ – вектор состояний управляемого объекта;

T – символ транспонирования;

$A(t) = [a_{ij}(t)] \in R^{n \times n}$ – функциональная матрица размерности $(n \times n)$;

$B(t) = (b_1(t), \dots, b_n(t))^T \in R^n$ – функциональный вектор размерности $(n \times 1)$, соответственно удовлетворяющие соотношениям:

$$A^- \leq A(t) \leq A^+, \quad B^- \leq B(t) \leq B^+. \quad (2)$$

Неравенства (2) понимаются в покомпонентном смысле,

где A^+, A^-, B^+, B^- – известные константные матрицы и векторы соответствующих размерностей;

$U(t) \in R^1$ – скалярное управление;

$Z(t) \in R^n$ – аддитивное векторное возмущение типа белого шума, которое действует на входе объекта управления:

$$Z(t) = (Z_1(t), \dots, Z_n(t))^T.$$

Статистические характеристики компонент белого шума задаются:

$$\begin{aligned} M\{Z_j(t)\} &= 0, \quad j = \overline{1, n}, \\ M\{Z_i(t)Z_j(\rho)\} &= r_{ij} \delta(t - \rho), \quad i, j = \overline{1, n}, \end{aligned} \quad (3)$$

где M – символ математического ожидания;

r_{ij} – заданная интенсивность соответствующих компонент белого шума;

$R = \{r_{ij}, i, j = \overline{1, n}\}$ – ковариационная матрица;

$\delta(t - \rho)$ – дельта-функция Дирака;

$D(X)$ – матрица шумов, размерности $(n \times n)$, зависящая от переменных состояний объекта управления $D(X) \in R^{n \times n}$:

$$D(X) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -X_1 & -X_2 & \dots & -X_n \end{bmatrix}.$$

Управление $U(t)$ выбирается такое, чтобы обеспечить желаемую динамику в замкнутой системе:

$$U(t) = U(X(t), t). \quad (4)$$

Желаемая динамика замкнутой системы управления задается в виде:

$$\sigma(t) = C^T X = 0, \quad (5)$$

где $C \in R^n - Const, C^T = [C_1, \dots, C_n], C_n = 1$.

Соотношения (1) – (5) определяют математическую модель, далее называемую S-системой [1]. На основе исходной математической модели в форме стохастических дифференциальных уравнений Ланжевена и желаемой динамики замкнутой системы управления разработаны алгоритм и программное обеспечение получения квазиразцепленных стохастических дифференциальных уравнений:

Алгоритм:

Шаг 1: Вычисление алгебраических проекторов:

$$P_1 = E_n - B(C^T B)C^T,$$

$$P_2 = B(C^T B)^{-1}C^T.$$

Шаг 2: Получение квазиразцепленных уравнений для подсистем:

$$S_1' : \dot{X}(t) = A_x X'(t) + H_x \sigma(t) + D_x(X)Z(t),$$

$$S_2' : \dot{\sigma}(t) = A_\sigma \sigma(t) + H_\sigma^T X'(t) + B_\sigma U(t) + D_\sigma^T(X)Z(t).$$

Шаг 3: Вычисление матриц-функций A_x размерности $(n-1) \times (n-1)$:

$$A_x = (P_1 A)' - \dot{a}_n c^T.$$

Шаг 4: Вычисление элементов вектор-функций H_x размерности $(n-1)$:

$$H_x = (P_1 A B / C^T B).$$

Шаг 5: Расчет параметра подсистемы S_2 :

$$A_\sigma = C^T A B / C^T B, \quad A_\sigma \in R^1.$$

Шаг 6 H_{σ}^T : Расчет вектора-функции размерности $(n - 1)$:

$$H_{\sigma}^T = (C^T A)' - C'^T (a_n C^T)'$$

Шаг 7: Вычисление параметра $B_{\sigma} \in R^1$ подсистемы S_2 :

$$B_{\sigma} = C^T B.$$

Шаг 8: Вычисление вектора-функции $D_{\sigma}^T(X) \in R^n$:

$$D_{\sigma}^T(X) = C^T D(X).$$

Программное обеспечение, реализующее данный алгоритм получения квазирасщепленных подсистем, написано на языке программирования DELPHI 7.0. Разработан удобный интерфейс для ввода исходных данных $A(t), B(t), C^T, D(X)$. На рис. 1 приведен пример формы для ввода данных (лист 1). После выполнения необходимых расчетов полученные параметры квазирасщепленных подсистем выводятся на форме (рис. 2).

Недостатком математических моделей в форме Ланжевена является наличие возмущений типа белого шума в правой части уравнения, что ведет к разрывности траекторий движения. Более удобной формой представления математических моделей являются стохастические дифференциальные уравнения типа Ито. Поэтому переходим к математической модели в виде квазирасщепленных стохастических дифференциальных уравнений типа Ито.

При функционировании рассматриваемых систем управления (особенно в аварийных ситуациях) очень важно проводить синтез законов управления с максимальным быстродействием. Невозможно производить необходимые расчеты при параметрах современных вычислительных машин в режиме реального времени. Поэтому актуально применение методов и подходов, направленных на решение данной проблемы.

Разработанное программное обеспечение используется при построении интеллектуальных экспертных систем управления [2] на основе перспективного биологического подхода искусственных иммунных систем (Artificial Immune System).

Полученные параметры квазирасщепленных подсистем используются при решении задачи распознавания образов для определения аварийных режимов работы сложной системы и оперативного управления в режиме реального времени.

Ввод исходных данных:

Функциональная матрица $A(t)$

1	2	3
1	0	1
2	0	0
3	0	1
0	2	-1
		2

Вектор $B(t)$

1
0
0
0
0

Размерность матрицы $A(t)$

Количество строк вектора $B(t)$

Закрывать Очистить Далее =>

Рис. 1. Квазираспределение стохастической системы управления (лист 1)

Значение A_x

1	2
0	1
2	-4.5
	0.5

Значение H_x

1	0
2	1

Значение H_σ

1	2
1	-1.35
	0.5

Значение $D_\sigma(Y)$

1	2	3
0.81	-2.02	0.3

Значение $A_{0.5}$ _____

Значение B_σ _____

Закрыть Очистить <=< Назад

Рис. 2. Параметры квазираспределенных подсистем (лист 5)

Литература

1. *Самигулина Г. А.* Автоматизированное построение бинарных стохастических систем управления на основе метода квазирасщепления. – Алматы: Мегапринт, 2001. – 68 с.

2. *Самигулина Г. А.* Разработка интеллектуальных экспертных систем управления на основе технологии искусственных иммунных систем. – Алматы: Мегапринт, 2008. – 137 с.

**ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕРВАЛЬНОЙ
ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

С. П. Соколова, д.т.н., **Г. Н. Пащенко**, к.т.н.*

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации
Институт проблем информатики и управления*

Аралықтық иммунологиялық жүйенің параметрлік синтездеу есептерін шешетін, динамикалық қасиеттерін зерттейтін және алғашқы көпмөлшерлі аралықтық деректерді зерделі сараптауға арналған, "IDPIIM" қолданбалы программалар топтамасы мен оның модулдері жасалған.

Түйінді сөздер: қолданбалы программалар топтамасы, аралық иммунологиялық жүйелер.

An «IDPIIM» application package and its modules for the intellectual analysis of the initial multidimensional interval data, research of dynamic properties and the solutions of problems of parametrical synthesis interval immunological system is developed.

Key words: application package, interval immunological system.

Новая вычислительная парадигма, основанная на формализованных механизмах природной иммунной системы, называется иммунокомпьютинг. Потенциальные возможности иммунокомпьютинга, продемонстрированные при решении конкретных прикладных задач в различных предметных областях (мониторинг особо опасных процессов, информационная и экологическая безопасность, оценивание динамики фондовых рынков и т. д.), позволяют достичь высокого уровня эффективности, надежности, гибкости и быстродействия вычислительных процедур [1, 2].

В статье приведено описание пакета прикладных программ (ППП) "IDPIIM" (Investigation of Dynamic Properties of Interval Immunological Model) и его модулей, предназначенных для интеллектуального анализа исходных многомерных интервальных данных, исследования динамических свойств и решения задач параметрического синтеза интервальной иммунологической системы.

Разработка ППП выполнялась в рамках стажировки в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук. Результаты решения конкретных прикладных задач на основе разработанного ППП продемонстрировали эффективность программного комплекса.

Пакет прикладных программ (ППП) "IDPIIM" имеет модульную структуру и содержит в своем составе следующие модули: интеллектуального анализа многомерных интервальных данных (ИАМ); анализа динамических свойств интервальной иммунологической системы; параметрического синтеза системы управления многомерным интервальным объектом; распознавания образов. При его разработке был использован язык программирования высокого уровня C++.

В модулях ППП реализованы прикладные программы, позволяющие решать задачи:

- сингулярного разложения интервальных плоских и многомерных матриц с использованием интервального аналога градиентного алгоритма;
- выявления скрытых (латентных) структур в исходных данных;
- определения количества используемых ортогональных компонент на основе заданного критерия качества;
- решения задачи обучения с экспертом на основе выбранных интервальных ортогональных компонент;
- решения задачи самообучения;
- исследование асимптотической устойчивости интервальной иммунологической системы с запаздыванием;
- построения оптимального управления для интервальной иммунологической системы с запаздыванием.

Ниже приведены структура ППП и функциональное назначение прикладных программ, образующих перечисленные блоки.

Блок определения кода задачи "COD" включает в себя:

- подпрограмму определения кода решаемой задачи *cods*, т. е. осуществляет выбор кода решаемой задачи: интеллектуального анализа данных, анализа динамических свойств или синтеза оптимального управления.

Блок "IntSingVal" реализует градиентный алгоритм сингулярного разложения интервальной матрицы. При какой-либо выбранной строго внутренней стартовой точечной матрице A_0 происходит уменьшение i координаты в сингулярном подпространстве матрицы A_0 с шагом. Знак величины шага d определяет направление поиска (*min*, *max*). Спуск по i координате происходит до тех пор, пока ее значение будет больше значения $i+1$ координаты. Как только неравенство

нарушается, спуск начинается по координате, соответствующей $(i+1)$ базисному вектору V_{i+1} сингулярного подпространства матрицы A_0 .

Блок "IntSingVal" включает:

- подпрограмма mid вычисляет точечную матрицу, составленную из центров элементов интервальной матрицы;
- подпрограмма inf создает точечную матрицу, составленную из нижних границ элементов интервальной матрицы;
- подпрограмма sup создает точечную матрицу, составленную из верхних границ элементов интервальной матрицы;
- подпрограмма infsupint создает интервал с границами;
- подпрограмма infsupmat создает интервальную матрицу, границы элементов которой представляются элементами соответствующих интервальных матриц;
- подпрограмма rad создает точечную матрицу, составленную из радиусов элементов интервальной матрицы.

Блок определения "CASE" включает:

- подпрограмму cases формирования исходных данных в зависимости от кода решаемой задачи и задания пользователя.

Блок формирования матрицы Эйлера "ELER" состоит из:

- подпрограммы matel, которая создает блочную матрицу Эйлера заданной размерности.

Блок определения "DAT" включает:

- подпрограмму data формирования исходных данных в зависимости от кода решаемой задачи и задания пользователя.

Блок "SHURA" состоит из:

- подпрограмм shur и hessen, которые формируют на основе матрицы Эйлера матрицу в виде верхней треугольной формы Шура;
- подпрограммы kvurav, которая предназначена для определения собственных значений указанных выше блоков, которые будут являться собственными значениями матрицы Эйлера;
- подпрограммы tfad, которая вычисляет коэффициенты характеристического полинома для матрицы Эйлера;
- подпрограммы perfsh, которая производит проверку расположения корней характеристического уравнения.

Блок "FORM" состоит из:

- подпрограммы shurotr, которая формирует матрицу как результат правосторонних умножений матриц отражения;
- подпрограммы hesotr, формирующей матрицу как результат правосторонних умножений матриц отражения, при помощи которых матрица B приводится к верхней треугольной форме Шура;

– подпрограммы *umat*, которая создает унитарную матрицу U как матрицу произведения двух матриц из подпрограмм *shurotr* и *hesotr*. Указанная матрица U трансформирует матрицу Эйлера в верхнюю треугольную форму Шура.

Блок “UNITAR” состоит из:

- подпрограммы *hmat.bas*, которая формирует результат решения поставленной задачи в виде матрицы, осуществляя процесс сужения матрицы Эйлера на подпространство Ω , базисные векторы которого являются столбцами унитарной матрицы U .

Блок “CHECK” состоит из:

- подпрограммы *check1*, которая определяет, обладает ли полученный результат свойством положительной определенности.

Блок “CH” состоит из:

- подпрограммы *ch*, которая проверяет выполнение условий о непустоте множества допустимых решений.

Блок “DEF” состоит из:

- подпрограммы *defin*, которая вычисляет матрицу параметров K .

Блок “REZ1” состоит из:

- подпрограммы *mod*, которая осуществляет моделирование процесса в иммунологической системе;
- подпрограммы *rez11*, которая выдает заключение о результатах исследования свойства асимптотической устойчивости системы.

Блок “REZ2” состоит из:

- подпрограммы *rez22*, которая осуществляет моделирование исследуемой интервально-заданной системы с запаздыванием.

Интерфейс пользователя ориентирован на систему меню, рекомендаций и указаний по выполнению тех или иных действий пользователя.

Вышеописанный пакет прикладных программ “IDPIIM” ориентирован как на самостоятельное использование, так и в составе любого другого пакета, и является открытой системой с возможностью расширения арсенала решаемых задач и модернизации целых блоков.

Литература

1. *Tarakanov A. O., Skormin V. A., Sokolova S. P.* Immunocomputing: Principles and Applications. – N-Y., Springer, 2003. – 193 p.

2. *Пащенко Г. Н.* Реализация процедур исследования динамических свойств и построения оптимального управления интервально-заданной системы с запаздыванием: Науч.-техн. сб. // Новости науки Казахстана. – 2008. – Вып. 3 (98). – С. 93-97.

**АДАПТАЦИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ
И ЗНАКОВЫХ ПОДНАЛАДОК ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И КОНТРОЛЯ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ**

**В. Е. Джундибаев, к.т.н., А. В. Кочетков, д.т.н.,
Ж. Н. Кадыров, д.т.н.**

Главное диспетчерское управление
нефтегазовой промышленности

Таспалы конвейерлердің басқару және бақылау жүйелерін автоматтандыру кезінде үйлесімді және таңбалық реттеуіштерді бейімдеу әдісі ұсынылады. Онда бейімдеу критеріі ретінде шығыс параметрінің көршілес жағдайларының реттеуішпен бірге пайдаланылған өзара қатынасының нормаланған коэффициенті алынған. Мысал ретінде конвейер таспасының орталық нүктесін табу процесі қарастырылған.
Түйінді сөздер: басқару жүйелерін автоматтандыру, таспалы конвейерлер.

We propose a method to adapt the proportional and sign corrective adjustment of belt position on conveyor flight to regulate the process of belt centering. Formalized expressions for alternating signs and correcting change for different levels of current output.
Key words: automation of executive systems, conveyor belts.

Технические средства автоматизации, использующие программное обеспечение только в качестве исходной базы для создания систем управления, представляют собой конкретные технические устройства, например, автоматизированные измерительные стенды. Чаще всего их использование не требует применения вспомогательного и дополнительного оборудования и высококвалифицированно-го персонала. При этом задача автоматизации технологического процесса выполняется непосредственно, что облегчает их использование, а также повышает качество управления [1, 2].

В ленточном конвейере возможно выделение значительного числа систем управления и контроля, начиная от технологического процесса изготовления отдельных деталей, сборки узлов конвейера до процесса движения ленты по ставу конвейера. Однако их количество

и степень применения ограничиваются реализуемым экономическим эффектом.

Из выходных показателей, характеризующих параметры качества ленточного конвейера, выберем основные, которые используются в задачах управления транспортирования, а именно натяжение ленты и поперечное смещение.

Рассмотрим процесс поперечного смещения и центрирования ленты конвейера. Лента при движении по ставу в результате несимметричного расположения груза на ленте, дефектов самой ленты, а также дефектов изготовления и монтажа роlikоопор на ставе и самого става конвейера, смещается от осевой линии конвейера, т. е. совершает поперечное смещение. Это приводит к снижению производительности ленточного конвейера, повышенному износу ленты, стоимость которой составляет до 70 % стоимости конвейера, и роликoв опор, наиболее массового узла конвейера.

Для возврата ленты в исходное положение на ставе конвейера применяются центрирующие устройства, имеющие значительное количество патентных решений [3].

Процесс центрирования на основе известных патентных решений предполагает или поворот роlikоопоры относительно ленты конвейера, или механическое смещение ленты к осевой линии конвейера. Конструктивные решения центрирующих устройств при этом не позволяют закончить процесс центрирования ленты за один цикл. Увеличение скорости центрирования ленты резко увеличивает усилие, возвращающее ленту в центральное положение относительно оси конвейера. Причем возрастает вероятность смещения ленты в противоположную сторону от оси конвейера, т. е. то же смещение на противоположную сторону. Уменьшение скорости приложения центрирующего усилия растягивает процесс центрирования ленты во времени, что часто соизмеримо по времени с самим процессом смещения ленты по какой-либо из известных причин.

Рассмотрим исходные выборки поперечного смещения и центрирования ленты конвейера. Известны различные виды диаграмм, отражающих закономерности их изменения. Рассмотрим выборку с достаточно большим числовым рядом $n \leq 70$ и диапазоном поперечного смещения от 4 до 99 мм.

Как показывает опыт, при смещении ленты на ставе имеются участки с явно выраженным линейным трендом, между которыми существуют скачкообразные смещения между последовательными измерениями, а также не равные по количеству циклов измерения и по диапазонам изменения [3].

Анализируя исходную выборку, используемую для имитационного моделирования поперечного смещения ленты, можно сделать следующие выводы:

- процесс изменения выходного параметра имеет случайный (стохастический) характер;
- невозможно прогнозировать моменты скачкообразных случайных смещений параметра, а также скорость его дрейфа;
- возможно появление участка со скоростью дрейфа, близкой к постоянной (быстрой и медленной);
- вследствие достаточно медленного убывания корреляционной функции поперечного смещения ленты имеется потенциальная возможность прогнозирования выходного параметра для его эффективного управления методами подналадки за счет компенсации детерминированной и коррелированной составляющих отклонений.

Авторами для регулирования процесса центрирования ленты предложен метод адаптации пропорциональных и знаковых подналадок положения ленты на ставе конвейера.

В качестве критерия адаптации для способов пропорциональных и знаковых пульсирующих подналадок был выбран нормированный коэффициент корреляции соседних состояний выходного параметра (положения ленты на ставе конвейера), обработанного с подналадкой.

При практической реализации алгоритмов управления приходится вычислять его оценку в зависимости от знаков выходного параметра. В частности, авторами разработаны новые параметры: знакочередование и число последовательных повторений знаков состояний выходного параметра. Оценка нормированного коэффициента корреляции может вычисляться по нескольким предыдущим состояниям выходного параметра. Выражения для корректирующего переменного приращения и уровня размерной настройки имеют вид:

$$A_n = |A_{n-1}| \cdot a_{n-1} \cdot \text{sign}X_{n-1}^*$$

$$U_n = U_{n-1} + A_n,$$

где a_{n-1} – коэффициент знаковой подналадки, принимающей значения 0,5, 1 и 2, в зависимости от которого подают корректирующее приращение на следующий цикл подналадки;

$\text{sign}X_{n-1}^*$ – знак состояния выходного параметра в предыдущем цикле;

n – номер цикла подналадки.

Авторами формализованы выражения для числа знакопеременений и корректирующего приращения для разных объемов текущей выборки

$$a_{n-1} = r^{g_{n-1}}, 1 < r < 3$$

$$g_{n-1} = \left(\left| -0,5 + \frac{N}{2} - S_{n-1} \right| + 1,5 - \frac{N}{2} \right) \cdot \text{sign} \left(-0,5 + \frac{N}{2} - S_{n-1} \right)$$

$$S_{n-1} = -0,5 + \frac{N}{2} - 0,5 \sum_{i=n-(N-1)}^{n-1} \text{sign} X_i^* \cdot \text{sign} X_{i-1}^*, 3 \leq N \leq 5,$$

где N – объем скользящей выборки;

S_{n-1} – число знакопеременений в скользящей выборке.

Декоррелированность последовательности знаков отклонений выходного параметра (положения ленты на ставе конвейера), обработанных с подналадкой, свидетельствует об эффективности управления процессом центрирования ленты конвейера.

Литература

1. Чернявский Е. А., Недосекин Д. Д., Алексеев В. В. Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов: Уч. пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с.
2. Испытания, контроль и диагностирование ГПС / Под ред. И. М. Макарова и Е. Г. Нахапетяна. – М.: Наука, 1989. – 285 с.
3. Джундибаев В. Е. Разработка методики оценки и расчета технических мероприятий повышения центрирующей способности ленты конвейера: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Харьков: УЗПИ им. И. З. Соколова, 1989. – 16 с.

УДК 637.518:658.567

МРНТИ 65.59.91

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНДОКРИННОГО СЫРЬЯ КРС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ

С. К. Касымов, Е. Т. Тулеуов, д.т.н.

Семипалатинский государственный университет
им. Шакарима

Мүйізді ірі қара малдардың эндокриндік шикізатын биологиялық белсенді өнім өндіру үшін пайдаланудың технологиялық тәсілдері ұсынылған.

Түйінді сөздер: эндокриндік шикізат, мүйізді ірі қара мал, биологиялық белсенді қоспалар.

The paper contains technological methods for use of cattle's endocrine raw material for production of bioactive.

Key words: endocrine raw materials, cattle, bioactive additive.

Мясо – ценнейший источник белка – относится к числу наиболее трудновоспроизводимых и дорогостоящих видов продовольственного сырья. При производстве мясных продуктов с целью снижения себестоимости, повышения биологической ценности и придания лечебно-профилактических свойств продукции возникает необходимость замены части мясного сырья другими пищевыми ингредиентами.

Пищевая ценность мяса определяется прежде всего тем, что в нем содержится большое количество полноценного белка. По аминокислотному составу он близок к «идеальным животным белкам», поскольку содержит в своем составе все незаменимые аминокислоты в оптимальных количествах и соотношениях, которые повышают биологическую ценность продукта.

Семенники, как и мясо, богаты питательными веществами, их можно использовать при производстве колбасной продукции (час-

тичная замена основного сырья – мяса), мясных и мясных полуфабрикатов (как основное сырье, так и частичная замена мяса и других субпродуктов). При этом семенники (эндокринное сырье) практически не используются для пищевых целей. Введение в мясной фарш белковых препаратов животного происхождения можно рассматривать как один из способов получения мясных продуктов с регулируемыеми свойствами.

После переработки скота остается значительный объем эндокринного сырья. Причем большую его часть (субпродукты, мясо-костную фракцию от ручной и механической обвалки, семенники и т. д.), имеющую высокую питательную ценность, можно использовать в пищевых целях.

Для обработки этих богатых белком продуктов, имеющих ограниченное применение из-за низких потребительских свойств, а также для выделения белков, обладающих требуемым комплексом функциональных свойств, применяют процессы экстракции и гидролиза [1]. Наиболее рациональным приемом при переработке гетерогенного сырья (смесь мягких и твердых белковых компонентов) является предварительная «мягкая» обработка эндокринного сырья, а именно семенников крупного рогатого скота (КРС). Эта обработка предусматривает определенные физико-химические воздействия и последующую экстракцию или ферментативную обработку для перевода нерастворимых белков в растворимую форму.

В процессе гидролиза белковые молекулы сырья под действием эндопептидаз разрываются на крупные, средние и мелкие фрагменты (пептиды), которые обладают ценными функциональными свойствами.

Широкий ассортимент эндо- и экзопротеиназ и пептидаз позволяет проводить ферментативный гидролиз и выделять белковые концентраты с заданными свойствами, обладающие определенной функциональной направленностью.

Семенники в качестве эндокринного сырья могут улучшить органолептические и биологические свойства мясных продуктов. Кроме того, такой вид сырья, как семенники и рубец, обладают способностью проникать через кишечную стенку организма человека без дополнительного переваривания в желудочно-кишечном тракте.

В настоящее время при производстве мясных изделий активно применяют функциональные протеины, полученные на основе ферментативного гидролиза мясного сырья. В процессе гидролиза белковые молекулы сырья под действием эндопептидаз разрываются на крупные, средние и мелкие фрагменты (пептиды), которые обладают

разными функциональными свойствами. Такие концентраты с различными питательными и функциональными свойствами можно включать в рецептуры широкого ассортимента продуктов питания [2].

Разработка способов модификации коллагенсодержащих субпродуктов второй категории, в частности рубцов и семенников, для получения из них нового белкового продукта (БПР), основная часть которого будет представлена коллагеном с улучшенными технологическими и потребительскими свойствами, способствует рациональному использованию сырья и внедрению эффективных безотходных технологий.

Наши исследования по разработке технологии получения препарата желирующего коллагена (ПЖК) из желудков КРС показали возможность модификации щелочно-солевого способа обработки коллагенсодержащего сырья с целью его дальнейшего использования в производстве мясных продуктов. Установлено, что для обработки шкуры на первом этапе можно использовать гидроксид натрия и хлорид натрия (вместо сульфата натрия), а на втором – раствор соляной кислоты в присутствии хлорида натрия. Эти вещества, разрешенные органами здравоохранения к использованию в пищевой промышленности, не оказывают негативного влияния на организм человека. Образующиеся в процессе обработки соединения легко диссоциируют, удаляются из сырья при промывке, а хлорид натрия вызывает удлинение срока хранения получаемого продукта без дополнительного консервирования.

При получении ПЖК содержание гидроксида натрия в обрабатываемом растворе составляло 35 г/дм³, продолжительность воздействия – 20 ч. Нами предложено для модификации семенника снизить содержание в растворе используемых ингредиентов до 30 г/дм³, что привело к минимальным потерям белка при обработке семенника. Увеличение продолжительности воздействия до 0,5-2 сут. благоприятно отражается на конечном продукте. Поэтому на первом этапе исследований были выбраны следующие параметры щелочно-солевой обработки: концентрация гидроксида натрия – 1 и 5 %, хлористого натрия – 15 %, продолжительность обработки 0,5-2,0 сут.

Определение потерь коллагена и неколлагеновых белков при щелочно-солевой обработке семенника проводили как при изменении продолжительности щелочно-солевого воздействия, так и при изменении концентрации гидроксида натрия в растворе (табл. 1).

Показано, что потери белка возрастают в 1,1 раза при увеличении длительности обработки с 0,5 до 2-х сут. при концентрации

щелочи 1,0 % и в 1,67 раза – при концентрации щелочи 0,5 % . Полученные результаты иллюстрируют воздействие щелочно-солевого раствора на рубец, увеличение потерь белка.

Набухание сырья, происходящее в результате разрыхляющего воздействия на белок щелочи, сохраняется и при нейтрализации раствором соляной кислоты. Однако при нейтрализации этот показатель возрастает незначительно, т.е. потери белков в этом случае невелики и при максимальных значениях параметров обработки достигают 2,45 %.

Таблица 1

Потери коллагена и неколлагеновых белков при щелочно-солевой обработке семенника

Концентрация в растворе, %		Продолжительность обработки, сут.	Потери от общего содержания, %		
гидроксид натрия	хлорид натрия		белок	коллаген	неколлагеновые белки
1,0	15,0	0,5	2,11	0,53	1,58
1,0	15,0	1,0	2,26	0,71	1,55
1,0	15,0	2,0	2,37	0,81	1,56
5,0	15,0	0,5	3,05	0,76	2,29
5,0	15,0	1,0	3,55	1,08	2,47
5,0	15,0	2,0	5,13	1,39	3,74

Щелочно-солевое воздействие отражается на основных показателях качества белкового продукта. Были отобраны образцы, полученные при щелочно-солевой обработке, по четырем вариантам: I – 1,0-15,0/0,5; II – 1,0-15,0/0,1; III – 5,0-15,0/0,5; IV – 5,0-15,0/1,0. В числителе для всех вариантов показаны концентрация (%): гидроксида натрия (1,0; 1,0; 5,0; 5,0) и хлорида натрия 15,0; в знаменателе – продолжительность воздействия (сут.).

Анализ основных химических, структурно-механических и биологических свойств образцов БПР показывает, что при щелочном гидролизе структура коллагена семенника претерпевает определенные изменения (табл. 2). Такие показатели, как содержание белка и оксипролина, хотя практически и одинаковы для изучаемых вариантов, но нарушенные связи, стабилизирующие конформацию коллагена, изменяются в разной степени, что снижает температуру сваривания

до 43 °С в случае обработки семенника по варианту IV. Такая температура сваривания присуща тропоколлагену и связана с разрушением только межмолекулярных связей. Стабильность трехспиральной молекулы белка не нарушается, наблюдается лишь частичное (8,2 %) его растворение в 0,5 М уксусной кислоте. Молекулярная масса коллагеновых фрагментов достигла 39-45 тыс. дл, что способствует образованию студнеподобных структур. Образцы продукта после обработок по другим вариантам не растворялись в 0,5 М уксусной кислоты.

Повышение длительности обработки до 0,5-2 сут., содержание гидроксида натрия 5 % приводят к значительному разрыхлению структуры белка, связанному с увеличением его обводнения в результате проникновения в структуру «влаги набухания». Соответственно происходит резкое снижение величины напряжения среза, влагосвязывающая способность продукта не определяется, т.е. наблюдается значительное снижение качества мясных изделий, в рецептуры которых введен БПР.

Таблица 2

**Изменения качественных показателей
модифицированного семенника
в зависимости от варианта обработки**

Вариант обработки	Содержание, %					ВСС, % к общей влаге	Температура сваривания, °С	Структурно-механические показатели		Переваримость пепсином, мг тирозина на 1 г белка
	белок	влага	жир	зола	окси-пролин			напряжение среза, $Q \times 10^{-4}$ Па	работа резания, $A \times 10^{-2}$ Дж/м ²	
I	15,15	83,33	1,30	0,33	8,03	63,11	60	40,17	18,50	3,83
II	15,09	83,61	0,77	0,20	7,29	77,30	53	11,54	5,48	5,74
III	15,07	83,43	1,24	0,26	7,84	86,33	53	10,50	4,37	4,45
IV	14,82	83,86	1,24	0,38	7,10	—	43	0,61	0,18	6,46
контроль (исходное сырье)	16,54	79,61	2,82	0,54	8,23	54,00	66	80,70	42,50	2,68

Таким образом, установлено, что изменение концентрации гидроксида натрия в щелочно-солевом растворе и длительности воздействия этого раствора приводит к изменению нативности белков,

снижению температуры сваривания и появлению способности к растворению. Это свидетельствует о возможности улучшения функциональных свойств коллагенсодержащего сырья, в частности рубца и семенника КРС, что, в свою очередь, способствует его вовлечению в производство качественных мясных продуктов и созданию малоотходных технологий переработки мясного сырья.

Литература

1. Антипова Л. В., Глотова И. А., Кузнецов А. Н. Полифункциональные биопродукты из вторичного мясного коллагенсодержащего сырья // Мясная индустрия. – 2001. – № 6. – С. 23.

2. Кудряшов Л. С. Ферменты мышечной ткани и их свойства // Мясная индустрия. – 2007. – № 10. – С. 30.

УДК 631. 165. 3

МРНТИ 68.85.35, 68.85.81

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ К ЖАТКАМ-ХЕДЕРАМ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ СТЕРНЕВЫХ КУЛИС

О. В. Моисеенко, к.т.н.

Костанайский инженерно-педагогический университет

Тікелей комбайндау кезінде тарау әдісімен сабақтық ықтырмалар түзуге арналған құрал жасалған, сабақтық ықтырмалар түзудің жоғары тиімділігі мен оны пайдаланғандағы астық шығынының төмен болатындығы көрсетілген.

Түйінді сөздер: астық орғыш, сабақтық ықтырмалар, комбайндар.

Accessories that form stubble link by strait combine work were developed. High efficiency of stubble links forming and low rates of grain loses.

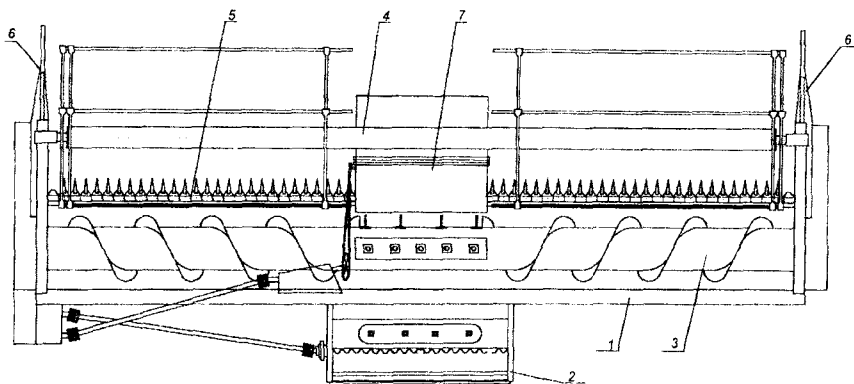
Key words: harvester combine header, stubble links, harvesters.

Объектом исследования принят технологический процесс работы жатки-хедера с приспособлением для образования стерневых кулис, агрегатируемой с зерноуборочным комбайном «Енисей-1200-1М» [1]. Машина представляет собой жатвенную часть комбайна с шарнирно закрепленным в средней части корпуса жатки-хедера приспособлением для образования стерневых кулис методом очеса растений на корню в виде очесывающего модуля.

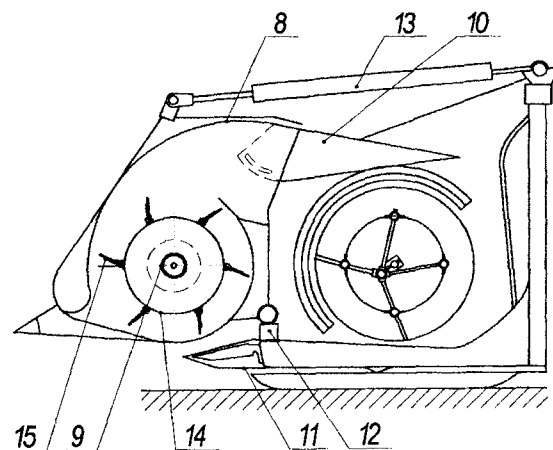
Разработанное приспособление для образования стерневых кулис методом очеса при прямом комбайнировании (рис. 1а) состоит из корпуса жатки 1, проставки 2 для навешивания на наклонную камеру комбайна, шнека 3, мотовила 4, режущего аппарата 5, делителей растительной массы 6 и очесывающего модуля 7.

Очесывающий модуль 7 (рис. 1б) состоит из корпуса 8, очесывающего барабана 9, регулируемого щитка 10, защитного щитка 11, опоры 12 соединения очесывающего модуля с корпусом жатки 1, регулируемых тяг 13 для установления необходимого зазора между очесывающим барабаном 9 и режущим аппаратом 5. Очесывающий

барабан 9 состоит из цилиндра 14, на котором закреплены очесывающие гребенки 15.



а)



б)

Приспособление для образования стерневых кулис:

а) жатка-хедер с приспособлением для образования стерневых кулис (вид сверху);

б) очесывающий модуль (вид сбоку)

Предлагаемое приспособление для образования стерневых кулис методом очеса при прямом комбайнировании работает следующим образом.

При движении агрегата по полю мотовило 4 захватывает и подводит растение к режущему аппарату 5. После среза растения поступают на шнек 3, часть растений в районе очесывающего модуля – на очесывающий барабан 9, где растения захватываются очесывающими гребенками 15 и отрываются колоски, которые также попадают на шнек 3, где растительная масса сдвигается к центру жатки и попадает в проставку 2, затем в наклонную камеру комбайна. Так как режущий аппарат 5 закрыт защитным щитком 11 в районе очесывающего модуля, очесанный стеблестой остается не срезанным. Таким образом, на поле образуются стерневые кулисы.

Для образования стерневых кулис из очесанных стеблей необходимы специальные регулировки, связанные с установкой очесывающего модуля:

- регулировка лопастей на краях граблин мотовила с целью исключения скопления массы у стенок корпуса модуля производится перемещением их по пазам кронштейна. Зазор между лопастью и стенкой корпуса модуля должен быть в пределах 15-25 мм;

- частота вращения очесывающего барабана устанавливается подбором сменных звездочек в зависимости от состояния хлебной массы. На уборке сухих перестоявших хлебов частоту вращения очесывающего барабана уменьшают, а на уборке влажных хлебов – увеличивают;

- регулировка расстояния между режущим аппаратом и очесывающим барабаном производится изменением наклона очесывающего модуля с помощью регулировочных тяг. Чем больше расстояние между режущим аппаратом и очесывающим барабаном, тем меньше погружение барабана в хлебостой, тем меньше поврежденных очесанных стеблей. Однако с увеличением расстояния между режущим аппаратом и очесывающим барабаном увеличиваются потери свободным зерном за очесывающим модулем;

- регулирование направления движения массы из корпуса очесывающего модуля осуществляется путем установки щитка на определенный угол с целью исключения перебрасывания хлебной массы через заднюю стенку корпуса приспособления.

В течение уборочного сезона комбайн, оборудованный приспособлением для образования стерневых кулис, может использоваться как на уборке полей, на которых необходимо создавать кулисы для снегозадержания, так и уборке полей, предназначенных для зяблевой

вспашки, на которых не нужно создавать их. В этом случае рекомендуется установить очесывающий барабан в крайнее положение и отрегулировать его на максимальные обороты, чтобы обеспечить максимальное разрушение очесанных стеблей.

Разработана методика, позволяющая исследовать технологический процесс очеса колосьев зерновых культур чтобы выявить основные конструктивно-кинематические параметры приспособления для образования стерневых кулис [2].

Для анализа структуры потерь (срезанными или оборванными колосьями) за жатвенным агрегатом с приспособлением для образования стерневых кулис методом очеса важной характеристикой стеблестоев является величина отношения между длиной стеблей и колосьев в различных ярусах. Обработка сноповых образцов пшеницы, набранных на разных по урожайности участках, показала, что отклонение между длиной стеблей и длиной колосьев весьма стабильно для отдельно взятых массивов. Это дает возможность выделить из общей массы потери обломанные колосья и определить степень влияния рабочих органов жатки и приспособления для очеса на величину потерь. С увеличением скорости динамичность воздействия неровностей поверхностей поля на жатвенные агрегаты повышается, что приводит к увеличению высоты среза и потерь зерна срезанным колосом [3].

Агротехнические испытания экспериментального образца универсальной жатки-хедера с приспособлением для образования стерневых кулис при уборке пшеницы показали высокую эффективность образования стерневых кулис и низкие потери зерна (0,5-1,0 %).

Литература

1. *Косилов Н. И., Сумин Е. С.* Рекомендации по выбору режимов и регулировок рабочих органов зерноуборочного комбайна «Енисей-1200-1М». – Челябинск: ЧАИУ, 2001. – 85 с.

2. *Косилов Н. И., Моисеенко О. В., Водясов Е. В.* Параметры и режимы работы рабочих органов жатвенной машины для уборки колосовой части урожая // *Механизация и электрификация сельского хозяйства.* – 2006. – № 6. – С. 9-11.

3. *Шабанов П. А.* Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук. – Челябинск, 1988. – 344 с.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОШАДЕЙ
КУЛАНДИНСКОГО ВНУТРИПОРОДНОГО ТИПА
НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО РАЗВЕДЕНИЯ**

А. Т. Турабаев, к.с.-х.н., **А. Р. Акимбеков**, к.с.-х.н.,
Д. М. Нурмаханбетов, к.с.-х.н.

Казахский научно-исследовательский институт
животноводства и кормопроизводства

Бағып өсірілуінің техникалық жағын және жануарларды жемдеуді түбегейлі өзгертпей ақ қуланды тұқымішілік типінің мұғалжар тұқымы жылқыларының екі сызығы шығарылған.

Түйінді сөздер: ат өсіру, жылқылардың қуланды типі, жылқы бағу.

Two lines of horses of Kulandy inbreed type Muglazhar breed without radical change in keeping and feeding of the animals.

Key words: horse breeding, Kulandy type of horses.

На конном заводе «Куланды» Кызылординской обл. постоянно ведется работа по совершенствованию племенных и продуктивных качеств лошадей куландинского внутривидового типа мугалжарской породы. Важным звеном этой работы является разработка методов селекции по повышению племенных и продуктивных качеств лошадей в условиях пастбищно-тебеновочного содержания.

Научно-исследовательская работа с куландинским внутривидовым типом мугалжарской породы направлена на размножение лошадей с высокой живой массой, хорошими мясными формами. Жеребцы-производители конного завода достаточно крупные, гармонично сложены, принадлежат к заводским линиям Залива, Потока и вновь создаваемым линиям Арала и Кулана. Наибольшее количество используемых жеребцов-производителей отнесены к линии Залива, которая представлена 21 потомком, в том числе 5 сыновьями, 10 внуками, 5 правнуками и 1 праправнуком.

Средние промеры жеребцов линии Залива: высота в холке 145 см, косая длина туловища 151 см, обхват груди 180 см, обхват пясти 20,5 см и живая масса 479,4 кг. Линия Потока продолжается через сыновей, внуков (5) и правнуков (5). Они имеют в среднем высоту в холке 146,6 см, косую длину туловища 152,8 см, обхват груди 183,3 см, обхват пясти 21,1 см и живую массу 486 кг.

Из вновь создаваемых линий широкое распространение получили линии Арала и Кулана. Жеребцы линии Арала отличаются удлиненным корпусом, объемистой грудной клеткой, высокой живой массой и хорошей приспособленностью к пастбищно-тебеневочному содержанию во все сезоны года. Сыновья (4), внуки (4) и правнуки (2) Арала характеризуются хорошим ростом (146,6 см), удлиненным туловищем (153,8 см), обхватистой грудной клеткой (184,3 см) и высокой живой массой (489,7 кг). Линия Кулана представлена 7 потомками – 3 сына, 3 внука, 1 правнук. Они имеют в среднем высоту в холке 145,7 см, длину туловища 152 см, обхват груди 180 см, обхват пясти 20,3 см и живую массу 479,4 кг.

Кобылы конного завода «Куланды» довольно крупные, имеют удлиненное туловище, достаточный обхват груди, костистые и превосходят средние данные по породе (табл. 1). Кобылы линии Потока по высоте в холке превосходят стандарт породы на 4,7 см, по косой длине – на 3,7 см, по обхвату груди – на 4,1 см, обхвату пясти – на 1,2 см и по живой массе – на 31,2 кг. Кобылы линии Залива превосходят стандарт породы по высоте в холке на 2,09 %, по косой длине туловища – на 2,53 см, по обхвату груди – на 2,34 см, по обхвату пясти – на 6,67 см и по живой массе – на 7,8 %. Нелинейные кобылы также превосходят стандарт породы по высоте в холке на 1,7 см, косой длине туловища – на 1,5 см, обхвату груди – на 1,8 см, обхвату пясти – на 0,5 см и живой массе – на 2,3 кг.

Таблица 1

**Зоотехническая характеристика
кобыл конного завода «Куланды»**

Линия	n	Промеры, см				Живая масса, кг
		высота в холке	косая длина туловища	обхват груди	обхват пясти	
Залива	77	141,9±0,53	149,7±0,57	179,1±0,66	19,2±0,08	431,2±4,32
Потока	81	143,7±0,44	150,8±0,52	180,9±0,61	19,5±0,11	438,1±5,43
Арала	29	143,4±0,51	151,5±0,58	180,6±0,53	19,3±0,09	435,6±4,47
Кулана	21	142,6±0,59	149,9±0,61	178,4±0,59	19,1±0,12	425,7±5,01

На конном заводе наиболее широко (81 гол.) представлена линия Потока – 9,7 % общего поголовья конематок хозяйства. Это крупные кобылы, имеющие высокую живую массу (438,1 кг) и обладающие ярко выраженными мясными формами. Линии Залива представляют 77 кобыл (9,2 %). Матки данной линии при невысоком росте (141,9 см) имеют длинное туловище, высокий обхват груди и довольно массивны. Кобылы вновь создаваемых линий Арала и Кулана также достаточно крупные и имеют живую массу 435-425 кг.

Промерные показатели жеребят от кобыл селекционной группы в разных возрастах претерпевают определенные изменения (табл. 2).

Таблица 2

Возрастная динамика промеров и живой массы молодняка куландинского внутривидового типа

Возраст, дни/мес.	n	Высота в холке, см	Косая длина туловища, см	Обхват, см		Живая масса, кг	Средне-суточные прирост, г
				грудь	пять		
Жеребчики							
3 дня	69	92,7±0,53	80,2±0,59	96,7±0,63	11,7±0,27	45,7±1,87	-
1 мес.	69	101,4±0,62	91,7±0,57	106,0±0,87	13,2±0,31	86,2±2,19	1500
3 мес.	67	114,4±0,61	105,3±0,67	120,1±0,74	14,5±0,28	127,3±2,97	685
6 мес.	66	119,6±0,67	113,3±0,65	125,9±0,83	15,7±0,17	185,9±3,01	651
12 мес.	64	123,1±0,59	119,4±0,66	136,7±0,81	17,0±0,22	232,3±3,61	258
18 мес.	62	130,2±0,63	128,5±0,62	151,4±0,75	17,3±0,19	329,6±4,02	541
Кобылки							
3 дня	74	91,4±0,47	79,6±0,62	95,8±0,59	11,4±0,19	44,2±1,62	-
1 мес.	74	100,2±0,51	90,4±0,68	105,4±0,73	12,6±0,22	84,0±2,01	1474
3 мес.	73	110,6±0,63	103,7±0,68	118,6±0,71	14,1±0,17	125,8±2,59	697
6 мес.	71	117,8±0,78	111,5±0,82	123,7±0,98	15,1±0,10	179,4±2,64	595
12 мес.	70	120,3±0,61	117,2±0,64	132,6±0,76	16,1±0,19	223,9±4,08	247
18 мес.	68	126,4±0,63	125,1±0,71	148,6±0,73	16,5±0,16	319,7±4,52	532

Наибольший прирост живой массы у жеребят обеих групп наблюдался от 3-дневного возраста до 1 мес. и составил 40,5 кг у жеребчиков и 39,8 кг – у кобылок. Среднесуточный прирост достигал соответственно 1500 и 1474 г. Прирост живой массы с 1- до 3-месячного возраста составил у жеребчиков 41,1 кг, у кобылок – 41,8 кг, среднесуточный прирост – 685-697 г.

С 6- до 12-месячного возраста среднесуточные приросты у жеребят снижались и составляли 258 и 247 г, что объясняется сложностью первой самостоятельной зимовки жеребят. С 12- до 18-месячного возраста прирост живой массы увеличивается, у жеребчиков –

до 97,3 кг, у кобылок – до 95,8 кг. Среднесуточный прирост при этом составлял 541-532 г. Интенсивный прирост промеров у жеребят с 3-дневного до 3-месячного возраста наблюдается по косой длине туловища – 25,1 см у жеребчиков и 24,1 см – у кобылок. По обхвату груди – 23,4 и 22,8 см, по высоте в холке – 21,7-19,2 см соответственно. Обхват пясти возрос на 2,8-2,7 см. С 3- до 6-месячного возраста рост промеров несколько снизился и составил по высоте в холке 5,2 см у жеребчиков, 7,2 см – у кобылок, по косой длине туловища – 8,0-7,8 см, обхвату груди – 5,8-5,1 см и обхвату пясти – 1,2-1,0 см соответственно, что обусловлено наступлением летней жары.

С 6- до 12-месячного возраста в первую самостоятельную зимовку у жеребят рост в высоте в холке достигает всего лишь 3,5-2,5 см, а обхват груди, наоборот, увеличивается и достигает 10,8 см у жеребчиков и 8,9 см – у кобылок. С 12- до 18-месячного возраста рост промеров увеличивается: по высоте в холке составил 7,1 см у жеребчиков, 6,1 см – у кобылок, по косой длине 9,1 и 7,9 см соответственно, обхвату груди – 14,7 и 16,0 см и обхвату пясти – 1,3 и 0,5 см.

Промеры не дают полного представления о типе телосложения и массивности лошади. Для полной характеристики типа телосложения нами вычислены индексы телосложения жеребят куландинского внутривидового типа мугалжарской породы лошадей.

Показано, что с возрастом у жеребят наблюдается увеличение индексов телосложения (табл. 3). Индекс формата – как соотноше-

Таблица 3

Индексы телосложения жеребят

Возраст, мес.	Индексы телосложения, %			
	формат	обхват	костистость	массивность
Жеребчики				
3 дня	86,5	104,3	12,6	57,1
1 мес.	90,4	104,5	13,0	83,7
3 мес.	92,0	105,0	12,7	86,0
6 мес.	94,7	105,3	13,1	110,6
12 мес.	97,0	111,0	13,8	124,5
18 мес.	98,7	116,3	13,3	149,3
Кобылки				
3 дня	87,1	104,8	12,5	58,9
1 мес.	90,2	105,2	12,6	84,0
3 мес.	93,8	107,7	12,7	94,6
6 мес.	94,6	105,6	12,8	112,1
12 мес.	97,4	110,2	13,4	128,6
18 мес.	99,0	117,6	13,1	158,3

ние осевого и периферического отделов скелета с 3-дневного до 18-месячного возраста увеличился на 12,2 % у жеребчиков и на 11,9 % – у кобылок. Невысокое увеличение индекса формата связано с тем, что животные в течение 18 мес. быстрее росли в длину и ширину, чем в высоту. Индекс обхвата груди у жеребчиков с 3-дневного по 18-месячный возраст увеличился на 12,0 %, у кобылок – на 12,8 %.

Высокий индекс массивности у жеребят куландинского внутривидового типа связан с опережающим повышением массы лошадей над ростом животных в высоту и длину. Индекс массивности с 3-дневного по 18-месячный возраст увеличился на 92,2 % у жеребчиков и на 99,4% – у кобылок, это свидетельствует о хорошей выраженности у них мясных форм.

Молодняк куландинского внутривидового типа мугалжарской породы лошадей развивается удовлетворительно, отбор и подбор животных по промерам и живой массе ведётся в правильном направлении.

С целью изучения мясной продуктивности линейных животных нами проводился убой 2,5-летних жеребчиков по 3 гол. из каждой линии в конце осеннего нагула (табл. 4).

Таблица 4

Мясная продуктивность 2,5-летних жеребчиков различных линий

Линия	Предубойная живая масса, кг	Масса туши, кг	Убойный выход, %
Залива	432	234	54,2
Потока	439	240	54,7
Арала	441	247	56,0
Кулана	428	230	53,7
Нелинейные	405	212	52,3

Линейный молодняк куландинского внутривидового типа по массе туши и убойному выходу превосходит нелинейных жеребчиков (табл. 4). Так, жеребчики из линии Арала по массе туши превосходили нелинейных животных на 35 кг (16,5 %), жеребчиков из линии Залива – на 13 кг (5,5 %), жеребчиков из линии Потока – на 7 кг (2,9 %) и из линии Кулана – на 17 кг (7,4 %). Наибольший убойный выход был у жеребчиков линии Арала – 56,0 %, затем у животных линии Потока – 54,7 %. Убойный выход у жеребчиков линии Залива и Кулана равнялся 54,2-53,7 %.

Содержание мякоти в туше по сравнению с нелинейными животными (табл. 5) выше у жеребчиков из линии Арала на 32,95 кг (20,5 %), из линии Потока – на 25,3 кг (15,7 %), из линии Залива – на 21,82 кг (13,6 %) и из линии Кулана – на 17,55 кг (10,9 %). В абсолютном отношении содержание костей в туше у линейных животных несколько выше, чем у нелинейных, что связано с хорошим развитием у них костяка и крепкой конституцией. В относительном отношении содержание костей выше у нелинейных жеребчиков – 20,6 %, у животных по линиям Потока и Кулана оно равно 19,5-19,3 % и у жеребчиков по линиям Залива и Арала – 18,9-18,7 %. Содержание сухожилий в туше во всех группах жеребчиков был почти на одном уровне – от 2,9 до 3,6 % и в целом у животных куландинского внутривидового типа лошадей хорошо развит сухожильно-связочный аппарат. На 1 кг костей больше мякоти было у жеребчиков линии Арала (4,19 кг мякоти), затем у животных по линиям Залива (4,13 кг) и Кулана (4,01 кг).

Таблица 5

Морфологический состав конских туш

Линия	Масса туши, кг	Содержание в туше						На 1 кг костей приходится мякоти, кг
		мякоть		кости		сухожилия		
		кг	%	кг	%	кг	%	
Залива	234	182,52	78,0	44,23	18,9	7,25	3,1	4,13
Потока	240	186,00	77,5	46,80	19,5	7,20	3,0	3,97
Арала	247	193,65	78,4	46,19	18,7	7,16	2,9	4,19
Кулана	230	178,25	77,5	44,39	19,3	7,36	3,2	4,01
Нелинейные	212	160,70	75,8	43,67	20,6	7,63	3,6	3,68

Более низкое содержание мякоти на 1 кг костей отмечено у животных из линии Потока (3,97 кг) и у нелинейных жеребчиков (3,68 кг). В племенной работе по совершенствованию заводских линий Залива, Потока и вновь создаваемых линий Арала и Кулана в конном заводе «Куланды» применяется подбор, который позволяет повысить генетическое сходство и закрепить ценные специфические качества родоначальников.

Результаты исследования подтверждают правильное направление работ по отбору и подбору лошадей куландинского внутривидового типа, проводимых в хозяйстве. Кроме того, в хозяйстве используется умеренный инбридинг во внутривидовом подборе. В кроссе линий к их продолжателям подбираются кобылы с высоким уровнем генетического сходства с родоначальниками жеребца.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 544.47

МРНТИ 87.17.03, 70.35.17, 31.15.28

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАТАЛИЗАТОРА «МУХАМЕДЖАН-1» ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩЕГО ПЕЧНОГО ГАЗА И СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФОРА НА НОВОДЖАМБУЛСКОМ ФОСФОРНОМ ЗАВОДЕ

***Е. Ж. Айбасов, к.х.н., А. А. Аралов,
С. М. Айбасова, А. А. Кабыл,
Г. Жаксылыкова***

Специальный научно-исследовательский центр
пожарной безопасности и гражданской обороны

«Мухаметжан-1» катализаторының техникалық сипаттамасы мен оның фосфор зауытының ағынды суларын және шығатын пеш газын фосфордан тазартуының өнеркәсіптік сынақтарының нәтижелері берілген.

Түйінді сөздер: катализаторлар, фосфорлық өндіріс, каталитикалық тазарту, ағынды сулар, шығатын газдар.

Technical characteristics of the catalyst «Muhamedzhan-1» and the results of its industrial tests for the treatment of wastewater and waste furnace gas of the phosphorous plant.

Key words: catalysts, phosphate production, catalytic cleaning, waste water, waste gas.

Цель испытаний – определение возможности каталитической очистки воды от P_4 и отходящего печного газа от P_4 и P_2O_5 с помощью катализатора «Мухамеджан-1» (имеется патентная защищенность). Катализатор «Мухамеджан-1» представляет собой 5-6 %-ный водный раствор неорганических солей с плотностью 1,05 г/см³ и температурой застывания – минус 5 °С, pH раствора катализатора - 9,0–11,4. Испытания катализатора проводились в лабораториях ЦОТКИР, ПСЛ ЖФ ТОО «Казфосфат» (НДФЗ).

1. Очистка сточных вод

Взято 16 проб фосфорсодержащей воды объемом 300 мл в конические колбы емкостью 500 см³. Отобранная в отделении нейтра-

лизации проба фосфорсодержащей воды после первичного отстойника-сгустителя тщательно усреднена. В 8-ми пробах воды определено содержание элементарного фосфора до обработки катализатором. Другие 8 проб обработаны катализатором (5 см³ 5%-ного раствора катализатора «Мухамеджан-1» на 300 мл фосфорсодержащей воды) при интенсивном перемешивании магнитной мешалкой в течение 10 мин. при комнатной температуре и проанализированы на содержание элементарного желтого фосфора.

Количество фосфора определяли йодометрическим методом по стандартной методике, массовую долю фосфора - фотокolorиметрическим методом с азотнокислым серебром из бензольной вытяжки. Для определения материального баланса по фосфору и общим фосфатам в фосфорсодержащей воде до и после обработки катализатором были проанализированы осветленная водная часть и выпавший осадок (табл. 1). Суммарное содержание элементарного фосфора и фосфатов в исходной и обработанной воде после первичного отстойника-сгустителя составило 36801 мг/дм³. Это говорит о том, что практически весь элементарный фосфор окислился до фосфатов.

Таблица 1

Материальный баланс

Приход	Количество, мг/дм ³	%	Расход	Количество, мг/дм ³	%
Исходная вода:			После обработки катализатором:		
P_4	1007	-	P_4	11,3	0,07
P_2O_5	4156	11,3	P_2O_5	2319	6,3
Исходный осадок:			Осадок после обработки катализатором:		
P_2O_5	32645	88,7	P_2O_5	33916	92,16
Потери	-		Потери	540	1,47
Итого:	36801	100,0	Итого:	36801	100,0

Рассмотрим результаты анализа проб воды на содержание элементарного фосфора и фосфатов до и после обработки катализатором. После обработки воды катализатором «Мухамеджан-1» содержание фосфора снижается с 1007 до 11,3 мг/дм³, т. е. практически в 100 раз (табл. 2).

Таблица 2

Результаты очистки воды катализатором «Мухамеджан-1»

№ пробы	Исходная вода, мг/дм ³		Обработанная катализатором вода, мг/дм ³		Степень очистки, %
	P ₄	P ₂ O ₅	P ₄	P ₂ O ₅	
1	948,2	3875	22,2	2400	97,65
2	1209,4	4500	12,0	2200	99,00
3	1156,0	4250	13,7	2200	98,81
4	1016,0	4312	10,2	2300	98,99
5	936,1	4250	8,5	2300	99,09
6	937,2	4250	11,9	2350	98,73
7	894,0	3562	6,8	2400	99,23
8	956,0	4250	5,1	2400	99,46
Среднее значение	1007	4156	11,3	2319	98,87

Проведены промышленные испытания катализатора «Мухамеджан-1» по очистке фосфорсодержащей воды от фосфора. С первичных отстойников-сгустителей раскочали шлам до уровня 2-2,5 м, со вторичных отстойников-сгустителей откачали содовый шлам. Промыли емкость от полиакриламида, приготовили 10 м³ 0,1 %-ного катализатора, открыли задвижку и подали катализатор на щелевой расходомер. Подача фосстоков в нейтрализатор осуществлялась со скоростью 50 м³/ч на каждую нитку, расход катализатора – 0,35 м³/ч на одну нитку. Проводили отбор и анализ исходных стоков и стоков с отстойников-сгустителей без катализатора и с катализатором. Установлена оптимальная температура технологического процесса - 35-70 °С.

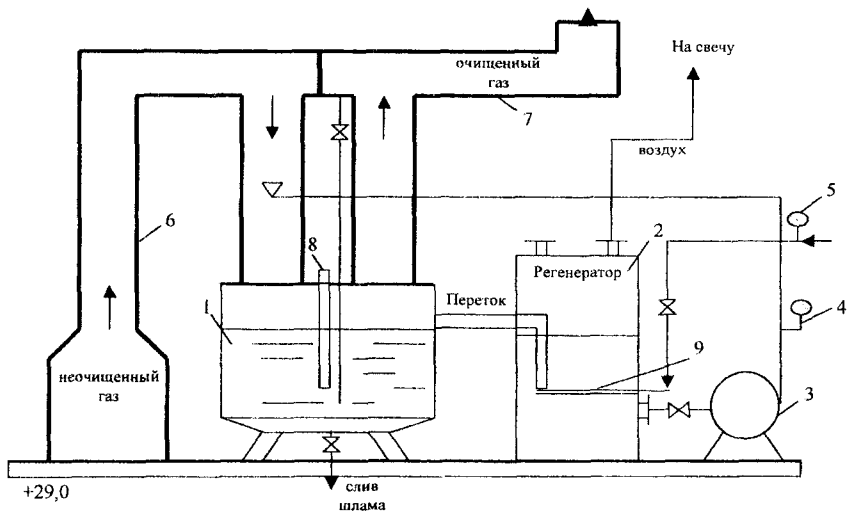
Результаты промышленных испытаний катализатора «Мухамеджан-1» подтверждают возможность очистки фосфорсодержащей воды до низких значений P₄ (0,68-1,36 мг/л), которые существенно ниже требований технологического регламента по содержанию фосфора в воде (P₄ = 10 мг/л). Установлены оптимальная концентрация катализатора - 0,1-0,5 %, его расход – 0,35 м³/ч, оптимальная температура технологического процесса - 35-70 °С. Степень очистки воды от P₄ составляет 99,5-99,9 %.

2. Очистка отходящего печного газа

Проведены промышленные испытания катализатора «Мухамеджан-1» с целью определения целесообразности применения каталитической очистки отходящего печного газа от P₄ и P₂O₅.

Методика анализа газа осуществлялась следующим образом. Очищенный печной газ (на факел) через штуцер пробоотборника пропусклся со скоростью 1,0 л/ч в течение 20 мин через растворы в поглотительных склянках.

Каталитическая очистка отходящего печного газа от фосфора и P_2O_5 катализатором «Мухамеджан-1» осуществлялась на опытно-промышленной установке (ОПУ) (рисунок). ОПУ включает реактор (гидрозатвор низкого давления), регенератор (емкость - на отметке 29,0 м для катализатора), 2 центробежных насоса (рабочий и резервный) и форсунки.



Технологическая схема каталитической очистки газа от высокотоксичных примесей катализатором «Мухамеджан-1»:
 1 – реактор; 2 – регенератор; 3 – насос; 4, 5 – счетчики газа;
 6 – входной патрубок; 7 – выходной патрубок; 8 – замерный патрубок;
 9 – маточник воздуха

Фосфорсодержащий отходящий на факел печной газ после «холодной» конденсации поступает по наклонному газоходу в реактор каталитической очистки. В газоходе перед реактором печной газ орошается 5,0 %-ным водным раствором катализатора с помощью форсунок. Подающийся раствор катализатора имеет свой замкну-

тый цикл. Из емкости на отметке 29,0 м регенератора раствор катализатора насосом подается в форсунки, которые установлены на газоходе. Печной газ вместе с диспергированными каплями абсорбента попадает в реактор, где под действием центробежных сил абсорбент по траектории спирали выделяется из газового потока, прижатого к стенке реактора, и собирается в нижнюю часть реактора. Из переливной трубы в верхней части реактора абсорбент самотеком стекает в емкость, затем каталитический цикл повторяется.

Уровень водного раствора катализатора в реакторе поддерживается путем непрерывной его подачи и перелива через переливную трубу. В емкости конец переливной трубы находится в нижней части регенератора под постоянным слоем водного раствора катализатора. Уровень раствора катализатора в емкости регенератора поддерживается до перелива. Подпитка емкости регенератора производится водой чистого цикла. Переливы собираются в поддоне под емкостью, затем сливаются в специальную емкость. Заправка регенератора свежим концентрированным (20-25 %) раствором катализатора осуществляется каждые 15 дней через люк на крышке регенератора. Перед заправкой старый раствор необходимо слить полностью в сборник сточных вод. При этом система электрофильтров и конденсации должна быть обязательно остановлена. Орошающий раствор катализатора, насыщенный солями, при достижении $\text{pH} = 7,0$ должен быть заменен. Для эффективной работы установки необходимо pH раствора катализатора держать в пределах 9-10. При отклонении pH в меньшую сторону раствор следует заменить. Температура проведения каталитического окисления фосфорсодержащих газов – 25-30 °С. Для регенерации отработанного катализатора «Мухамеджан-1» в регенератор подается сжатый воздух КИП и А давлением 0,2-0,4 МПа.

Таким образом, технологический процесс каталитической очистки и утилизации печного газа предусматривает его очистку от P_4 , P_2O_5 , других примесей и способствует снижению вредных выбросов в окружающую среду.

Промышленные испытания катализатора «Мухамеджан-1» показали высокую эффективность каталитической очистки печного газа от P_4 и P_2O_5 . Средняя степень очистки печного газа от P_4 составляет 82,0 %, от P_2O_5 – 92,0 %. Максимальная очистка отходящего печного газа с объемной скоростью ($W = 12\ 000\ \text{м}^3/\text{ч}$) и циркуляцией катализатора ($V = 4\ \text{м}^3/\text{ч}$) от P_4 и P_2O_5 достигается при концентрации катализатора $C_{\text{кт}} = 5,0\text{-}5,7\ %$ и $\text{pH} = 9,0\text{-}10$.

**АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ,
ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА**

Б. Т. Мамбетов, к.с.-х.н.

Алматинский филиал «КазНИИЛХ»

Жасанды орман экожүйенің сапасын және санын анықтау үшін аэроғарыш суреттерін шифрсызданып оқу, ең тиімді әдіс болатындығы дәлелденген.
Түйінді сөздер: ормандарды аэроғарыштық мониторингтеу, жасанды орман экожүйелері.

It was found that the decryption of aerospace images is one of the best methods for determining the quality and quantity of artificial forest ecosystems.

Key words: aerospace monitoring of forests, artificial forest ecosystems.

В настоящее время в связи с интенсификацией антропогенно-техногенного воздействия в аридной зоне отмечаются вспышки процессов деградации защитных лесных полос. Аэрокосмическая съемка предоставляет обширный материал для изучения этого явления, охраны природы аридной зоны и экологического мониторинга.

Нами выделены комплексные дешифровочные признаки объектов деградации лесных полос. Основным прямым признаком, по которому устанавливалось наличие объекта деградации и его свойства, являлись форма, размер, тон и рисунок изображения объектов. Тон изображения зависит от степени почернения фотоземлюльсии и служит логарифмической функцией яркости изображения объекта. Для количественной оценки тона при дешифровании черно-белых аэрокосмических фотоснимков применялась 8-балльная шкала тоналности [1], приведенная в таблице.

Прямые дешифровочные признаки часто недостаточны для дешифрирования тех или иных объектов. В связи с этим пользуются косвенными дешифровочными признаками, которые указывают на

наличие или характеристику объекта, не изобразившегося на аэрокосмическом снимке или, не определяемого по прямым признакам.

**Количественной оценки тона
при дешифровании черно-белых аэрокосмических фотоснимков
по 8-балльной шкале**

Балл тона	Название тона	Принципы выделения тона	Пределы оптической плотности
1	Белый	Крайний светлый визуально различный тон	0,1 и менее
2	Светлый	Плотность вуали	0,2-0,3
3	Светло-серый	Минимальная плотность большинства фотоизображений	0,4-0,6
4	Пепельно-серый	Тон, превышающий минимальную плотность большинства фотоизображений	0,6-0,7
5	Серый	Средняя плотность большинства фотоизображений	0,7-1,1
6	Темно-серый	Высокая плотность большинства фотоизображений	1,2 -1,6
7	Темный	Максимальная плотность большинства фотоизображений	1,7-2,1
8	Черный	Крайний визуально-различимый тон шкалы	2,2 и более

* Диапазоны оптически плотностей измерялись денситометром ДО-1М.

Косвенными дешифровочными признаками называются изображенные на аэрокосмических снимках компоненты ландшафта, находящиеся в закономерных взаимосвязях между собой, по которым можно дешифровать изображенные на аэрокосмических снимках компоненты ландшафта. Важное значение для дешифрования деградации защитных лесных полос имеет фреатофитная растительность, вегетирующая в течение всего сезона и особенно хорошо распознаваемая на позднелетних и раннеосенних снимках.

В зависимости от длительности периодов изменений географических факторов мы различали четыре категории природных условий аэрокосмической съемки: многолетние, сезонные, суточные, погодные [2].

Многолетние изменения природных условий относятся к изменениям фотоизображения ландшафтов при съемке в одни и те же календарные сроки в разные годы. В этих случаях изменения вызваны колебаниями метеорологических условий (влажные и су-

хие годы), в других – обусловлены быстрой сменой растительности почв и гидрологического режима, в-третьих – степенью антропогенного воздействия на ландшафт. Большое значение многолетние изменения имеют для индикации динамики ландшафта. Так, многолетние сукцессионные изменения природных условий территории вызваны сменой растительности. Значительная часть такой смены растительности связана с повышением нагрузки на супесчаных и легких супесчаных почвах.

Нами проанализированы аэрокосмические снимки изучаемых территорий начиная с 1997 г. Анализ сукцессивных условий аэрокосмической съемки показал, что наиболее точные результаты дает съемка, проведенная в год исследований, удовлетворительные – за 1-5 лет. Вместе с тем степень антропогенного воздействия на ландшафт, его динамика лучше всего фиксируется на снимках, выполненных с частотой 1 раз в 2-3 года за период наибольшего временного интервала.

Для целей дешифрования экологических условий лесных полос в аридной зоне юго-востока Казахстана применялись черно-белые АФКС. Съемка производилась в 1999 и 2007 гг., масштаб снимков 1:80000. В результате исследований установлена высокая информативность и пригодность аэрофотоматериалов для наших целей. Была решена проблема комплексного использования АФКС, что существенно сократило расходы средств на специальную аэросъемку. АФКС производится фотоаппаратами с пилотируемых спутников «Салют-4», «Салют-7», «Метеор-30».

Изучены возможности применения телевизионных, черно-белых, спектрональных и многозональных контактных и увеличенных отпечатков (масштаб 1:12000000-1:1000000) для оценки антропогенных изменений площадей защитных лесных полос. Установлена целесообразность постоянного использования указанных материалов. Так, деградированные песчаные массивы обнаруживаются уже в масштабе 1:12000000, а в масштабе 1:5000000 можно уверенно различать пастбища на легких песчаных и супесчаных почвах и фиксировать крупные очаги опустынивания. Кроме того, периодичность получения телевизионных снимком позволяет проследживать границу разделения снежного покрова, динамику иссушения почв на пастбищах, очаги возникновения и распространение пылевых бурь и т. д. Наилучшие результаты дает съемка в зоне 700-1100 нм. Основной недостаток телевизионных снимков – малое разрешение (100-200 м), и в связи с этим невозможность их применения для контурного картографирования при комплексном освоении песков.

Большой интерес представляет применение черно-белых снимков, выполненных в узких зонах спектра видимой области 510-600, 600-700, 750-850 нм. Для целей фитоэкологического картографирования предпочтительна зона 700-850 нм, так как в таком сочетании наиболее отчетливо распознаются растительность, рельеф, выделяются контуры. Вместе с тем зона 510-600 нм позволяет картографировать территории, подвергшиеся опустыниванию (т. е. площади, с которых был выдут и на которое был перенесен верхний слой почвы, песок, мелкозем).

Спектральные снимки особенно эффективны для определения вида и состава лесонасаждений на песках. Кроме того, они позволяют уверенно наносить границы шлейфов выноса мелкозема с очагов опустынивания, определять участки, находящиеся под орошением, фиксировать объекты строительства и различного назначения.

Таким образом, при экологическом прогнозировании состояния защитных лесных полос возможно применение всего многообразия аэрокосмической фотоинформации. Для картографирования на разных масштабных уровнях следует применять как аэрофотоснимки, так и космические снимки, выполненные различной аппаратурой на разные виды пленок.

Литература

1. *Виоградов Б. В.* Основы ландшафтной экологии. – М.: Геос, 1998. – 418 с.

2. *Рулев А. С., Кошелев А. В.* Методология картографо-аэрокосмической инвентаризации защитных лесных насаждений // Защитное лесоразведение, мелиорация земель и проблемы земледелия в Российской Федерации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2008.

Утвержден

приказом министра образования
и науки Республики Казахстан
от 2 марта 2009 г. № 89

**План международных и республиканских научных
и научно-технических мероприятий, проводимых
научными организациями и высшими учебными заведениями
Министерства образования и науки Республики Казахстан в 2009 г.**

Наименование мероприятия, темы	Организации, ответственные за проведение, е: mail, тел.	Место и время проведения	Число участников / в том числе зарубежных
1	2	3	4

Мероприятия, проводимые научными организациями

Международные мероприятия

Международная конференция, посвящённая 70-летию д. б. н., проф., академика НАН РК, бывшего президента НАН РК Мурата Абеновича Айтхожина	Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина, ЦБИ Комитета науки МОН РК <i>imbb-acad.kz@mail.ru</i> Тел.: 8(727) 292-18-52, 293-78-70	г. Алматы, Дом учёных 29-30 июня	300/20
Международная научно-практическая конференция «Проблемы формирования инновационной экономики в странах СНГ: опыт, стратегия и механизмы»	Институт экономики Комитета науки МОН РК, Фонд Первого Президента РК <i>office@iesolot.kz</i> Тел. 8 (727) 261-01-75	г. Алматы июнь	100/10

1	2	3	4
III Цивилизационный форум «Энергоэкологическое будущее цивилизаций»	Центр наук о Земле, металлургии и обогащения, <i>estr@rambler.ru</i> , Тел./Факс +7-727-291-81-27 Факс +7-727-291-46-60	г. Алматы, ул. Шевченко ул. ул. Валиханова, 29-13 август-сентябрь	70/10
7-й Международный Казахстанско-Китайский симпозиум по Тянь-шаньским землетрясениям	Институт сейсмологии, АО «ЦНЗМО» <i>seismolog@topmail.kz</i> Тел. +7-727-269-46-14 Факс +7-727-269-46-23	г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 сентябрь	100/50
5-й Международный форум «Информатизация образования Казахстана и стран СНГ»	Национальный центр информатизации МОН РК Тел. 8-727-2-55-38-78	г. Астана, сентябрь	400
Международный семинар по вопросам создания специальной экономической зоны «Парк информационных технологий»	ТОО «Физико-технический институт», ООО Национальная инновационная компания «Новые энергетические проекты» <i>sact@sci.kz</i> Тел. +7-727-286-55-36 Факс +7-727-386-55-78	г. Алматы, ул. Ибрагимова, 11 2-3-й квартал	30/10
Международный симпозиум «Современные проблемы лимфологии»	Институт физиологии человека и животных, ЦБИ Комитета науки МОН РК <i>i.physiology@nursat.kz</i> Тел.: 8(727) 269-48-57, 278-36-59 Факс +7-727-386-55-78	г. Алматы, 15-16 октября	100/25
Международная конференция «Современное состояние и перспективы развития биотехнологии в Республике Казахстан»	Национальный центр биотехнологии Комитета науки МОН РК 010000, г. Астана, ул. Валиханова, 43 Тел. (7172)214020, Факс (7172)214633 E-mail: <i>info@biocenter.kz</i>	г. Астана, октябрь	150 человек

1	2	3	4
<p>«Круглый стол» по вопросам государственного частного финансирования научно-технических работ в стране.</p> <p>«Круглый стол» по актуальным проблемам социально-экономического развития Казахстана, посвященный 100-летию акад. АН Казахстана, д.э.н., проф. С. Б. Баишева</p> <p>Конференция «Роль АО «Фонд науки» в развитии научно-технических разработок».</p> <p>Выставка научно-технических проектов.</p>	<p>Республиканские мероприятия</p> <p>Фонд науки Тел. 8-717-2- 21-61-25</p> <p>Институт экономики МОН РК, office@ecopolom.kz, 261-01-75</p> <p>Фонд науки Тел. 8-717-2- 21-61-25</p>	<p>г. Алматы июль-август</p> <p>г. Алматы октябрь</p> <p>г. Алматы октябрь-ноябрь</p>	<p>40-50</p> <p>60</p> <p>120</p>
	<p>Мероприятия, проводимые высшими учебными заведениями</p> <p><i>Международные мероприятия</i></p>		
	<p>Третий Конгресс Всемирного тематического общества туркоязычных стран</p>	<p>Казахский национальный университет им. аль-Фараби</p>	<p>г. Алматы июнь</p>
<p>Международная научная конференция «Современные проблемы теоретической и прикладной механики», посвященная 75-летию акад. Нью-Йоркской академии, проф. А. Н. Тюреходжаева</p>	<p>Институт механики и машиноведения им. академика У. А. Джолдасбекова, КазНПУ им. Абая imtmash@mail.ru Тел.: +7-727-291-53-18, 291-33-94</p>	<p>г. Алматы июнь</p>	<p>70/10</p>

1	2	3	4
Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы производства продуктов питания в условиях глобализации экономики»	Семипалатинский государственный университет им. Шакарима	г. Семей октябрь	200/15
Международная научно-практическая конференция «Научно-технический прогресс в металлургии»	Карагандинский государственный индустриальный университет	г. Темиртау октябрь	120/30
Международная научно-практическая конференция, посвященная 510-летию М. Х. Дулати (VII Дулатовские чтения)	Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати	г. Тараз октябрь	120/9
Международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы Каспийского бассейна и пути его решения»	Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенина	г. Актау октябрь	60
Международная научно-практическая конференция, посвященная 50-летию Рудненского индустриального института «Роль стратегии индустриально-инновационного развития РК в условиях глобализации: проблемы и перспективы»	Рудненский индустриальный институт	г. Рудный октябрь	150/25
Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию образования Казахского национального аграрного университета	Казахский национальный аграрный университет	г. Алматы ноябрь	320

1	2	3	4
Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы социально-экономического развития Северного Прикаспия в условиях инновационной экономики»	Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова	г. Атырау ноябрь	150
VI Международная научная конференция «Стратегический аспект развития национальной экономики стран СНГ в условиях финансового кризиса»	Актобинский государственный университет им. К. Жубанова	г. Актобе ноябрь	90/5
Международная научно-практическая конференция «Безопасность и качество продуктов питания и товаров народного потребления»	Алматинский технологический университет	г. Алматы ноябрь	50/20
Международная научно-теоретическая конференция, посвященная 100-летию П. Васильева	Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова	г. Павлодар декабрь	200/5
Республиканские мероприятия			
научно-практическая конференция «Современные проблемы экологии и природопользования» Республиканская	Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова	г. Уральск сентябрь	200

Окончание

1	2	3	4
«Инновационное развитие аграрной техники и технологий – фактор технического прогресса в сельском хозяйстве Казахстана»	Казахский национальный аграрный университет	г. Алматы октябрь	300
Республиканская научно-практическая конференция «Инновационные процессы в сельскохозяйственном производстве Западного Казахстана: наука и практика»	Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир-хана	г. Уральск октябрь	100
“Современные исследования космоса: проблемы и перспективы”	Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева	г. Петропавловск октябрь	200
Международная научно-практическая конференция «Проблемы совершенствования рыночных отношений в аграрном секторе Республики Казахстан»	Казахский национальный аграрный университет	г. Алматы ноябрь	300
Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана»	Карагандинский государственный технический университет	г. Караганда ноябрь	350

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

предлагает следующие услуги:

Справочно-информационные

- Патентный поиск
- Патентная подборка по тематике
- Тематическая подборка информации в БД НЦ НТИ, Springer, Elsevier, Scopus, Thompson Business Intelligence, STN International, Euromonitor International для коллективных и индивидуальных пользователей
- Предоставление реферативных журналов, сборников рефератов НИОКР, сборников депонированных работ на электронном или бумажном носителе
- Определение индекса цитируемости зарубежных публикаций казахстанских ученых
- Данные о компаниях и организациях, патентующих разработки
- Данные о наиболее важных и коммерчески ценных патентах
- Данные о ведущих казахстанских изобретателях
- Сведения о количественном и качественном составе научных кадров на основании базы данных «Научные кадры»
- Семинары по поиску научно-технической информации
- Подборка информации по вопросам управления научно-техническим, экономическим, отраслевым развитием из казахстанских и российских источников
- Услуги диссертационного, читального зала

Консультационные

- Оформление отчета о патентных исследованиях на любом этапе НИР согласно СТ РК ГОСТ Р 15.011-2005
- Оформление заявок на: изобретения, товарный знак, промышленный образец, полезную модель
- Консультации по оформлению заявок на охранные документы

Аналитические

- Аналитические обзоры по отраслям экономики
- Патентные исследования
- Патентно-информационный анализ конкурентной среды

Научно-техническая экспертиза программ, проектов

- Определение конкурентоспособности проекта, необходимости его финансирования
- Оценка актуальности, результативности, учет последствий и эффективности реализации проектов
- Предоставление заключения о ценности объекта экспертизы, выработка рекомендаций по его реализации

Продвижение результатов научных работ казахстанских ученых

- Коммерциализация разработок
- Содействие в трансфере технологии
- Продвижение научных разработок через Сеть продвижения инноваций в рамках участия в Международном центре научно-технической информации (МЦНТИ), через казахстанскую сеть трансфера технологий, Республиканский центр трансфера технологий Республики Беларусь
- Проведение тренингов, семинаров по продвижению инноваций, по вопросам интеллектуальной собственности
- Публикация научных статей в сборнике «Новости науки Казахстана»
- Публикация информации о научных разработках в журнале «Информация и инновации» (РФ)

Редакционно-издательские

- Редактирование справочной, нормативной, научно-технической литературы
- Верстка любой категории сложности

Регистрационное свидетельство № 7528-Ж
от 01.08.2006 г.
выдано Министерством культуры и информации
Республики Казахстан

Отв. редактор *И. А. Власова* Редактор *А. А. Козлова*
Редактор текста на казахском языке *С. А. Оскенбай*
Редактор текста на английском языке *Е. Б. Бердыкулов*
Компьютерная верстка *Л. Е. Чертковой*

Подписано в печать 25.06.2009.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бум. офсетная.
Усл. п. л. 8,2. Тираж 190. Заказ 96.

Редакционно-издательский отдел и типография НЦ НТИ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221