

УДК 504.054.064

А.Н. Голубцова, С.В. КармановаПермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ
УСОЛЬСКОГО КАЛИЙНОГО КОМБИНАТА**

Статья посвящена вопросам экологической безопасности строительства шламохранилища Усольского калийного комбината. Проанализирована специфика калийного производства и экологические проблемы, возникающие из-за накопления значительного количества отходов. В статье говорится о двух основных видах отходов – глинисто-солевых шламах и галитовых отходах, которые образуются при производстве калийных удобрений. Рассмотрены устройство шламонакопителя и метод получения хлористого калия, проведен анализ исходного содержания рассолов. Рассмотрены проблемы загрязнения объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных водных источников) отходами производства калийных удобрений, их складирования. Описано устройство и состав шламохранилища и отнесение гидротехнического сооружения к объектам природоохранного назначения. Представлен количественный и качественный состав твердых и жидких технологических отходов производства. Указаны способы отделения основных отходов производства и оборудование, с помощью которого производится отделение. Предложены пути улучшения условий транспортировки шлама. Приведена принципиальная блок-схема обогатительного комплекса. Проведен анализ влияния шламонакопителей на объекты окружающей среды. Рассмотрены основные факторы воздействия на окружающую среду объекта строительства шламонакопителя, пути снижения выбросов пыли в атмосферу. При проектировании объекта строительства шламонакопителя предусмотрен комплекс мероприятий, направленных на снижение воздействия объектов обогатительной фабрики на окружающую среду до уровней, соответствующих требованиям санитарно-гигиенических и экологических норм. Также рассмотрен технологический процесс получения KCl флотационным методом на обогатительном комплексе Усольского калийного комбината. Определены пути снижения негативного воздействия рассолов на объекты гидросферы.

Ключевые слова: шлам, шламохранилище, объект, экологическая безопасность, загрязнение, окружающая среда, рассол, солеотвал, реагенты, флотация, калийные удобрения, отходы.

A.N. Golubtsova, S.V. Karmanova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENT DURING IMPACT
FROM SLURRY TANK CONSTRUCTION
AT THE USOLSK POTASH PLANT**

The article is devoted to the issues of environmental safety of construction sludge storage Usolsk potash plant. The specificity of potash production and environmental problems arising from the accumulation of large amounts of waste. The article describes the two major types of waste – clay-salt slimes and halite waste generated in the production of potash fertilizers. The article describes a device and method for producing the slurry tank of potassium chloride, the analysis of the initial content of

brines. The problems of pollution of the environment (air, soil, surface and ground water sources), waste production of potash fertilizers, their storage. A device and composition of sludge storage and classification of hydraulic structure objects environmental protection. The quantitative and qualitative composition of the solid and liquid process waste. We present the main methods for separating waste products and equipment with which the separation is performed. Ways of improving the transportation of sludge. Is a schematic block diagram of a processing plant. The influence of the tailings pond on the environment. The main factors of the environmental impact of construction object slurry tank, ways to reduce dust emissions. In the design of the facility construction slurry tank includes a set of measures aimed at reducing the impact of objects concentrator on the environment to levels consistent with the requirements of sanitary and environmental standards. Process of producing KCl flotation method at concentrating complex of Usolsk potash plant is presented. This article describes the ways of reducing the negative impact of brine to objects of hydrosphere.

Keywords: sludge, sludge warehouse, facility, environmental safety, pollution, environment, brine, salt-heap, reagents, flotation, potash fertilizer, waste.

При производстве калийных удобрений, одной из основных экспортных продукций химической промышленности, образуются два вида отходов – глинисто-солевые шламы и галитовые отходы. Глинисто-солевые шламы представляют собой суспензию нерастворимого осадка в минерализованном рассоле с концентрацией 200 г/л (отношение Ж:Т (жидкой фазы к твердой) 1,7–2,5). Состав рассола (мас. %): KCl – 10–11; NaCl – 20–22. Твердая фаза – мелкодисперсная, на 70 % состоящая из частиц размером 20 мкм.

При удалении водорастворимых солей и воды из глинистого шлама образуется состав близкий к составу мергелей, который является сырьем для получения строительных материалов. Этот вид отходов направляется для хранения в шламохранилища.

Галитовые отходы являются побочным продуктом основной стадии производства. Состав галитовых отходов, мас. %: NaCl – 92–96; KCl – 1,2–2,5; CaSO₄ – 0,6–2,0; MgCl₂ – 0,05–0,20; нерастворимый осадок – 0,3–3. Влажность – 5–10 %. При производстве хлорида калия около 80 % извлекаемой руды после переработки идет в отвал в качестве галитовых отходов, глинисто-солевых шламов и рассолов. В настоящее время в объектах окружающей среды в непосредственной близости калийных предприятий скопились сотни миллионов тонн солевых отвалов, занимающих большие площади ценных пахотных земель.

Также большие площади заняты шламонакопителями *глинисто-солевого шлама*. В настоящее время рассматривается вопрос о надежном захоронении твердых отходов калийного производства в выработанные пространства шахт и сброса рассолов через скважины в глубокие поглощающие горизонты.

Шламовые стоки, образующиеся в результате эксплуатации промышленных объектов, являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды, образующим ореолы засоления поверх-

ностных и подземных вод. В связи с этим при очистке шламовых стоков обработка образующихся шламов является наиболее актуальным экологическим вопросом. Калийная промышленность остается одной из основных отраслей, характеризующихся образованием больших объемов сточных вод с высокой минерализацией. Содержание солей в сточных водах калийных предприятий достигает сотни граммов на литр, что делает невозможным использование известных методов опреснения и обессоливания воды. Ранее были проведены исследования минерализации сточных вод солеотвалов [1–3], которая составляла 440 000 мг/л с рН = 6,6. Развитие калийной отрасли промышленности, сопровождающееся повышением объемов добычи и переработки калийных солей, привело к постепенному нарастанию объемов сточных вод, характеризующихся высоким уровнем минерализации. Из-за отсутствия технических и технологических решений по очистке сточных вод такого состава в качестве компромиссного варианта было принято решение о строительстве природоохранных сооружений – шламохранилищ для отведения суспензий глинисто-солевых шламов, состоящих из твердой и жидкой фазы.

В статье рассмотрено шламохранилище Усольского калийного комбината (УКК), которое будет введено в эксплуатацию в 2017 г.¹ [4].

Задачи:

1. Рассмотреть устройство шламонакопителя.
2. Провести анализ исходного состояния рассолов (состав, концентрация взвешенных веществ).
3. Проанализировать технологический процесс получения KCl флотационным методом на обогатительном комплексе Усольского калийного комбината.
4. Оценить влияние шламонакопителей на объекты окружающей среды.

1. Устройство шламонакопителя

Шламохранилище запроектировано на правом берегу р. Малый Падун в составе четырех секций примерно одинаковой вместимости и отстойника, предназначенного для доосветления рассолов. Запроектированные карты обеспечивают размещение шламов в течение первых

¹ Усольский калийный комбинат. Этап «Обогатительный комплекс». Проектная документация. Разд. 5. Подразд. 7 «Технологические решения». Кн. 2 «Гидротехнические сооружения» / ООО «ГОМС-проект». СПб., 2013.

12 лет работы предприятия. На дальнейшую перспективу предусмотрено строительство еще двух карт на правом берегу р. Волим. Емкость секций шламохранилища образуется выемкой и подковообразными дамбами (земляными насыпными плотинами с противофильтрационным элементом из геомембраны), замыкающими чаши накопителей. Дамбы отсыпаются из грунта полезных выемок, за счет чего обеспечивается баланс объемов выемки и насыпи грунта [5–7]. По классификации (СНиП 33-01–2003 от 30.06.2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения») ограждающие дамбы 1–4-й секций шламохранилища относятся к гидротехническим сооружениям (ГТС) II класса, ограждающая дамба отстойника – к ГТС III класса.

Шламохранилище относится к объектам природоохранного назначения и представляет собой гидротехническое сооружение, предназначенное для складирования шламов и аккумуляции поверхностного стока. ГТС включает систему гидравлического транспорта шламов, гидравлической укладки шламов, оборота осветленного рассола.

В состав ГТС входят:

1. *Плотина* – предназначена для организации емкости для складирования глинисто-солевых шламов, имеет ограждающие дамбы.
2. *Насосные станции перекачки шламов.*
3. *Насосные станции перекачки рассолов* – предназначены для перекачки рассола на технологические нужды обогатительной фабрики.
4. *Дренажная насосная станция* – предназначена для перекачки рассола, фильтрующегося через тело плотины в шламохранилище.
5. *Рассолопровод* – предназначен для отведения рассолов в технологический процесс.
6. *Шламопровод* – предназначен для транспортирования шламов в шламохранилище.
7. *Прудки для сбора фильтрующих рассолов.*

При эксплуатации шламохранилища предусмотрены следующие мероприятия:

- транспортировка продукта осуществляется по шламопроводу;
- устройство нагорных канав, задерживающих и перехватывающих чистый поверхностный сток и отводящих его ниже площадки шламохранилища;
- устройство контурной дамбы по периметру площадки шламохранилища, предотвращающей растекание рассолов за ее пределы;
- для предотвращения фильтрации рассолов и проникновения в подземные воды по ложу площадки складирования породы, по ложу

шламоохранилища, а также по верховому откосу контурных дамб предусматривается устройство противofильтрационного экрана из геомембран на основе полиэтилена высокой плотности (HDPE), обеспечивающего герметичность и защиту грунтов и грунтовых вод от загрязнения шламами и рассолами. Геомембраны характеризуются высокими антикоррозийными и гидроизоляционными свойствами, гибкостью, безусадочностью, трещиностойкостью, имеют высокие механические характеристики в сочетании с инертностью к кислотам, щелочам. На свойства материала не оказывают влияние колебания температур и ультрафиолетовое облучение, так как мембраны не содержат добавок или наполнителей, которые могут способствовать процессу старения и снижению его физико-механических характеристик;

– устройство дренажа. Дренаж под противofильтрационным экраном выполняется с целью обеспечения разгрузки в него подземных вод, выклинивающихся через дно отстойника. Дренажные стоки перекачиваются в рассолосборник солеотвала и шламоохранилище. Сброс на рельеф и в водные объекты исключается;

– установка КИП. В соответствии с требованиями обеспечения безопасной эксплуатации и охраны окружающей среды, а также с целью осуществления мониторинга безопасности ГТС предусматривается создание системы натуральных наблюдений и контроля с установкой контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), состоящей из пьезометрических и наблюдательных скважин.

При строительстве шламонакопителя необходимо предусмотреть осветление и возврат рассолов и стоков, поступающих в шламоохранилище, обратно на обогатительную фабрику в технологический процесс. Таким образом, технологические сточные воды корпуса складирования и приготовления реагентов не являются «непригодными к использованию, загрязненными остатками реагентов и стоков реагентного отделения», и требуется их нейтрализация [8–12]. При строительстве шламонакопителя необходимо выполнять требования по организации безопасности выполнения работ по эксплуатации, ремонту, наладке и испытанию гидромеханического оборудования и гидротехнических сооружений в соответствии с РД 153-34.0-03.205–2001 от 13.04.2001 «Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергоснабжающих организаций»; РД 03-607–03 от 05.06.2003 «Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов»; РД 03-259–98 от 12.01.1998 «Инструк-

ция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России»; ПБ 03-438–02 от 28.01.2002 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов».

2. Анализ исходного состояния рассолов

Переработка калийных руд Верхнекамского месторождения будет сопровождаться образованием значительных объемов отходов обогащения.

В процессе производства калия хлористого флотационным способом образуются следующие технологические отходы, подлежащие захоронению:

- отходы галитовые;
- шламы глинисто-солевые.

Твердые отходы представлены обезвоженными хвостами сильвиновой флотации, которые образуются в главном производственном участке и складированы на солеотвале. Технологические решения, указанные в проектной документации, предусматривают обезвоживание образующихся на обогатительной фабрике твердых отходов до влажности 7,5 % с последующей транспортировкой на солеотвал.

Жидкие отходы – сгущенные глинисто-солевые шламы главного производственного участка совместно со сливами мокрой пылегазоочистки отделений измельчения, сушки и грануляции, а также со сточными водами реагентного отделения транспортируются по шламопроводу в шламохранилище.

Шламы глинисто-солевые образуются на обогатительной фабрике в процессе шламовой флотации в виде пенных продуктов, которые направляются на сгущение шламов. Разгрузка шламовых сгустителей и сгустителей промышленных стоков направляется в зумпф, куда поступают технологические стоки корпуса складирования и приготовления реагентов, а также избыток скрубберной воды со станции глубокой очистки (СГО). Из зумпфа шламы в виде сгущенной шламовой пульпы направляются для складирования на шламохранилище.

Количество образующихся отходов при производстве калия хлористого флотационным методом в дальнейшем может корректироваться в соответствии с утвержденным планом выпуска калия хлористого.

Количество и состав твердых и жидких отходов производства представлены в таблице.

Количественный и качественный состав основных технологических отходов производства

Наименование отхода обогащения, отделения, аппарат	Вид отхода	Место складирования, транспорт	Основные компоненты	Массовая доля, %		Периодичность образования	Количество т/год	Примечание
				на сухое вещество	в пересчете на твердое			
Отходы галитовые. Отделение обезвоживания, вакуум-фильтры	Кек фильтрования хвостов основной флотации сильвина с влажностью 7,5 %	Солеотвал. Отходы подаются конвейерным транспортом	KCl NaCl н. о. вода	2,20 94,82 2,98	1,00 95,90 3,10 7,50	Постоянно при работе фабрики	8 614 620	Жидкая фаза при уплотнении галитовых отходов собирается в рассолоборнике и перекачивается на шламоохранилище
	Суспензия с массовым отношением жидкой фазы к твердой фазе 1,6	Шламоохранилище. Отходы подаются по шламопроводу	KCl NaCl н. о. вода	18,27 37,22 2,98	10,53 22,88 66,59 42,46	Постоянно при работе фабрики	3 223 045 (с учетом возврата рассола – 1 797 227)	Для улучшения условий транспортировки шламы разбавляют в баке разгрузки шламовых стустителей и стустителей промшленных стоков сточными водами реактивного отделения и стоками СГО

Дополнительно с галитовыми и шламовыми отходами поступает:
 – на солеотвал: крахмала – 1390 т/год, полиакриламида – 63 т/год;
 – в шламохранилище: этоксилированного амина – 348 т/год, полиакриламида – 605 т/год, сульфата алюминия – 1740 т/год, из реактентного отделения стоков до 1200 м³/год с максимальным содержанием реагентов: алифатических аминов, этоксилированных аминов, соды каустической, метасиликата натрия, крахмала, сульфата алюминия – всех вместе или каждого по отдельности до 5 %.

3. Флотационный метод получения КСІ

Технологический процесс получения калия хлористого на обогатительном комплексе Усольского калийного комбината представлен операциями рудоподготовки, основными и вспомогательными процессами, включающими в себя следующие переделы:

- мокрое измельчение и классификация сильвинитовой руды;
- оттирка шламов;
- обесшламливание питания сильвиновой флотации;
- сильвиновая флотация;
- выщелачивание и обезвоживание концентрата;
- обезвоживание хвостов обогащения;
- сушка хлористого калия;
- гранулирование хлористого калия;
- облагораживание гранулированного хлористого калия.

Общая принципиальная блок-схема обогатительного комплекса УКК представлена на рисунке.

Обогащение водорастворимых калийных руд ведется в насыщенных солевых растворах в строго замкнутом режиме по жидкой фазе. Для этого осуществляется сгущение всех конечных глинисто-солевых отходов с применением высокомолекулярных флокулянтов [13].

Процесс флотационного обогащения калийных руд осуществляется в насыщенном растворе хлоридов калия и натрия с небольшим содержанием магния и сульфата кальция (маточный раствор). Температура маточного раствора составляет $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ в зимне-весенний и осенний периоды. В летний период температура маточного раствора может увеличиваться до $35\text{--}37^\circ\text{C}$.

Для систем мокрой очистки аспирационного воздуха передела измельчения, гидросмыва в производственных помещениях и подпитки маточного раствора применяется оборотный рассол.

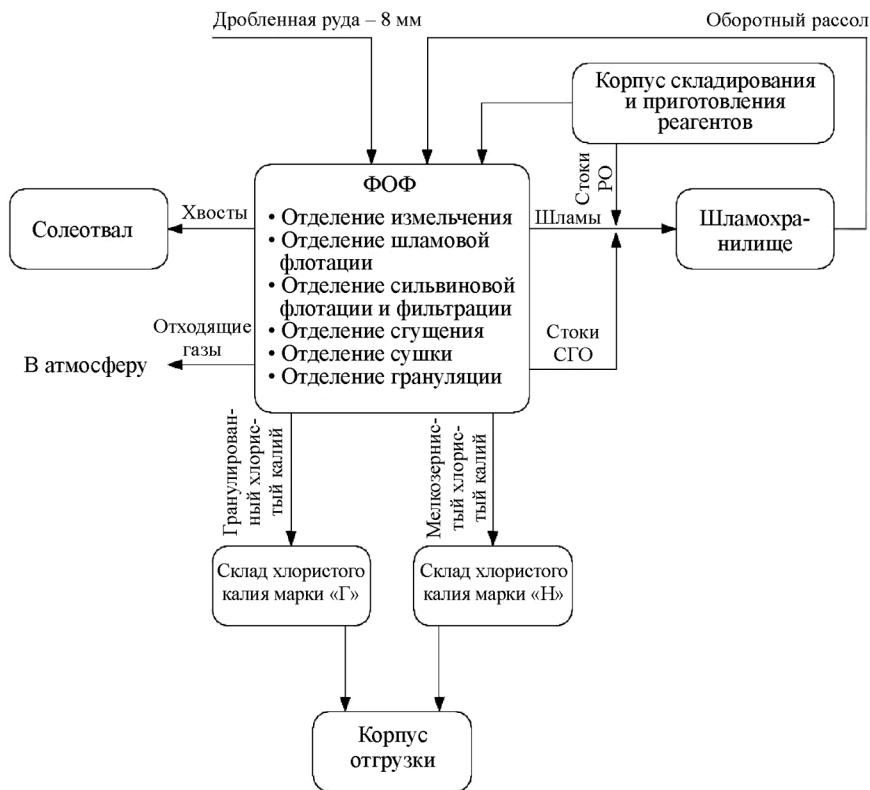


Рис. Общая блок-схема обогатительного комплекса УКК

Обогащение водорастворимых калийных руд ведется в насыщенных солевых растворах в строго замкнутом режиме по жидкой фазе. Для этого осуществляется сгущение всех конечных глинисто-солевых отходов с применением высокомолекулярных флокулянтов.

После сгущения выходят два продукта: слив сгустителя и пески сгущения. Сливы сгустителей являются оборотным маточным раствором насосами и возвращаются в технологический цикл через расходный бак маточного раствора.

Для восполнения потерь маточного раствора применяется оборотный рассол [14, 15].

4. Анализ влияния шламонакопителей на объекты окружающей среды

При эксплуатации проектируемого комплекса в районе размещения объекта будет оказываться воздействие на окружающую среду. На стадии проектирования объекта строительства шламонакопителя

необходимо предусмотреть комплекс мероприятий, направленных на снижение воздействия объектов обогатительной фабрики на окружающую среду до уровней, соответствующих требованиям санитарно-гигиенических и экологических норм. Основными факторами воздействия на окружающую среду являются выбросы в атмосферу и сбросы в водные источники.

1. Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу представляют собой очищенный воздух аспирационных и вентиляционных установок, а также очищенные дымовые газы сушильных установок «кипящего слоя». В процессе производства хлористого калия операции измельчения, сушки, грануляции, а также транспортирования (пересыпки, погрузочно-разгрузочные работы и пр.) сопровождаются образованием пылевоздушной смеси. Для снижения выбросов пыли в атмосферу предусмотрены аспирационные системы улавливания и очистки пылевоздушных смесей.

2. Сбросы в водные источники

На территории ГОКа образуются технологические, хозяйственно-бытовые, а также поверхностные сточные воды. Технологические сточные воды представляют собой переливы из баков, контактных чанов, технологических установок, смывы с полов, разливы технической воды, маточного раствора, рассола.

С целью исключения сброса сточных вод в открытые водные источники необходима организация системы водоснабжения повторного использования по бессточной схеме водопользования и системы использования оборотного рассола.

Применение бессточной схемы водопользования предусматривает:

- использование очищенной воды для повторного применения на подпитку системы оборотного водоснабжения и приготовления растворов реагентов;

- применение в технологическом процессе оборотных рассолов с шламохранилища обогатительной фабрики.

Водой повторного использования являются очищенные ливневые и бытовые сточные воды площадки УКК.

В технологии очистки сточных вод предусмотрено применение эффективных коагулянтов и флокулянтов.

Для подпитки системы использования оборотного рассола применяется осветленная на шламохранилище жидкая фаза шламовых отходов производства. Осветление рассола из шламовой пульпы проис-

ходит за счет седиментации твердой фазы из жидких отходов производства:

- разгрузка сгустителей промышленных;
- разгрузка шламового сгустителя – глинисто-солевые шламы;
- технологические сточные воды главного корпуса;
- технологические сточные воды корпуса складирования и приготовления реагентов.

Осветленные оборотные рассолы с помощью насосной станции возвращаются на обогатительную фабрику.

С целью ликвидации воздействия при эксплуатации горного предприятия на состояние поверхностных, а также подземных вод в районе промплощадки УКК и в районе складирования отходов производства предусмотрен отвод поверхностных сточных вод для дальнейшего использования в технологической схеме предприятия, а также полная изоляция основания шламохранилища экранирующим покрытием.

Заключение

Проблема обращения с глинисто-солевыми шламами на предприятиях калийной промышленности, вопросы обеспечения экологической безопасности мест их складирования, а также снижения негативного влияния высокоминерализованных сточных вод на объекты гидросферы носят комплексный характер и не могут быть решены традиционными методами обращения с отходами и сточными водами, успешно применяемыми в других отраслях промышленности.

Экологические проблемы эксплуатации шламохранилищ глинисто-солевых шламов обусловлены не только физико-химическим составом поступающих отходов, но и их значительными объемами при существующей тенденции к последующему увеличению отходов.

Снижение негативного воздействия рассолов на объекты гидросферы достигается за счет возврата осветленных рассолов на производственные площадки объединения.

Эффективность и природоохранная функция накопителей-отстойников (шламохранилищ) может быть повышена при увеличении доли используемых оборотных рассолов и внедрении дополнительных технических и инженерных решений, предусмотренных программой природоохранных мероприятий Усольского калийного комбината.

Список литературы

1. Техногенные биогеохимические процессы в Пермском крае / Н.Г. Максимович, Е.А. Ворончихина, Е.А. Хайрулина, А.В. Жекин // Геориск. – 2010. – № 2 – С. 38–45.
2. Бачурин Б.А., Бабошко А.Ю. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства // Горный журнал. – 2008. – № 10. – С. 88–91.
3. Хайрулина Е.А. Максимович Н.Г. Влияние стоков солейотвала калийного предприятия на химизм приповерхностной гидросферы // Геохимия ландшафтов и география почв: докл. всерос. науч. конф., Москва, 4–6 апреля 2012 г. – М.: Географический факультет МГУ, 2012. – С. 340–342.
4. Андрияшкин О.Б. Лучшее в Прикамье: Пермский информационный сборник. – Пермь: Стиль – НГ, 2003. – 320 с.
5. Недрига В.П. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с.
6. Химическое загрязнение почв и их охрана: слов.-справ. / Д.С. Орлов, М.С. Малинина, Г.В. Мотузова, Л.К. Садовникова, Т.А. Соколова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
7. Простов С.М., Костюков Е.В., Бахаева С.П. Прогноз устойчивости грунтовых дамб / РАЕН. – Кемерово: М.: Изд. объединение «Рос.ун-т»: Кузбассвузиздат-АСТШ, 2006. – 170 с.
8. Потапова Е.В., Вологжина С.Ж. Региональное и отраслевое природопользование: в 2 ч. Ч. 2: Отраслевое природопользование: учеб. пособие / М-во образования и науки РФ. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 141 с.
9. Шульгин С.В. Экологический подход к классификации отходов горнопромышленного комплекса // Природные ресурсы и окружающая среда. – 1986. – № 14. – С. 130–136.
10. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ngpedia.ru/id605745p1.html> (дата обращения: 05.06.2015).
11. Геоэкологическая оценка вариантов размещения поверхностного комплекса и объектов хвостового хозяйств Талицкого гока / Б.А. Спасский [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11. – С. 94–98.
12. Геоинформационное обеспечение экономической оценки природно-ресурсного потенциала территории Пермского края / П.А. Красильников [и др.] // Экономика региона. – 2009. – № 1 – С. 143–151.

13. Курмаев Р.Х. Флотационный метод получения хлористого калия. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 1995.

14. Середин В.В. К вопросу о прочности засоленных глинистых грунтов // Инженерная геология. – 2014. – № 1. – С. 66–69.

15. Пат. 2189445 Российская Федерация, МПК E21B49/00, E21F17/16. Способ определения степени засоления подземных вод на калийных предприятиях / Н.В. Кузнецов, В.К. Липницкий, Н.И. Бруев, С.Ю. Квиткин, В.В. Белкин. ОАО «Уралкалий»; № 2000114415/03, заявл. 05.06.2000; опубл. 20.09.2002.

References

1. Maksimovich N.G., Voronchikhina E.A., Khairulina E.A., Zhekin A.V. Tekhnogennye biogeokhimicheskie protsessy v Permskom krae [Manmade biogeochemical processes in the Perm region]. *Georisk*, 2010, no. 2, pp. 38-45.

2. Bachurin B.A., Baboshko A.Iu. Ekologo-geokhimicheskaia kharakteristika otkhodov kaliinogo proizvodstva [Ecological and geochemical characteristics of potash production wastes]. *Gornyi zhurnal*, 2008, no. 10, pp. 88-91.

3. Khairulina E.A. Maksimovich N.G. Vliianie stokov soleotvala kaliinogo predpriiatiia na khimizm pripoverkhnostnoi gidrosfery [Influence of wastewater soleotvala potash on a near-surface chemistry of the hydrosphere]. *Doklady Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii "Geokhimiia landshaf-tov i geografiia pochv"*. Moscow: Geograficheskii fakul'tet MGU, 2012, pp. 340-342.

4. Andriiashkin O.B. Luchshee v Prikame: Permskii informatsionnyi sbornik [Best of Kama]. Perm': Stil' – NG, 2003. 320 p.

5. Nedriga V.P. Gidrotekhnicheskie sooruzheniia. Spravochnik proektirovshchika [Hydraulic structures]. Moscow: Stroiizdat, 1983. 543 p.

6. Orlov D.S., Malinina M.S., Motuzova G.V., Sadovnikova L.K., Sokolova T.A. Khimicheskoe zagriaznenie pochv i ikh okhrana [Chemical contamination of soils and their protection]. Moscow: Agropromizdat, 1991. 303 p.

7. Prostov S.M., Kostiukov E.V., Bakhaeva S.P. Prognoz ustoichivosti gruntovykh damb [Prediction of stability of ground dams.]. Kemerovo: Moscow: Izdatel'skoe ob"edinenie "Rossiiskii universitet": Kuzbass-vuzizdat-ASTSh, 2006. 170 p.

8. Potapova E.V., Vologzhina S.Zh. Regional'noe i otraslevoe prior-dopolzovanie [Regional and sectoral nature]. Irkutsk: Irkutskii gosudarstvennyi universitet, 2013.

9. Shul'gin S.V. Ekologicheskii podkhod k klassifikatsii otkhodov gornopromyshlennogo kompleksa [The ecological approach to classification of waste mining complex]. *Prirodnye resursy i okruzhaiushchaia sreda*, 1986, no. 14, pp. 130-136.

10. Bol'shaia entsiklopediia nefti i gaza [The Great Encyclopedia of Oil and Gas], available at: <http://www.ngpedia.ru/id605745p1.html> (accessed 05 June 2015).

11. Spasskii B.A. [et al.] Geoekologicheskaiia otsenka variantov razmescheniia poverkhnostnogo kompleksa i ob'ektov khvostovogo khoziaistv Talitskogo goka [The Geoecological evaluation of the surface complex of accommodation options and facilities tailings Talitsky GOK]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 2014, no. 11, pp. 94-98.

12. Krasil'nikov P.A. [et al.] Geoinformatsionnoe obespechenie ekonomicheskoi otsenki prirodno-resursnogo potentsiala territorii Permskogo kraia [Software of the economic evaluation of natural resource potential of the Perm region]. *Ekonomika regiona*, 2009, no. 1, pp. 143-151.

13. Kurmaev R.H. Flotatsionnyi metod polucheniia khloristogo kaliia [A flotation method for obtaining potassium chloride]. Ekaterinburg: UGTU-UPI, 1995.

14. Seredin V.V. K voprosu o prochnosti zasolennykh glinistykh gruntov [On the question of the strength of saline clay soils]. *Inzhenernaia geologiya*, 2014, no. 1, pp. 66-69.

15. Kuznetsov N.V., Lipnitskii V.K., Bruiev N.I., Kvitkin S.Iu., Belkin V.V. Sposob opredeleniia stepeni zasoleniia podzemnykh vod na kaliinykh predpriatiiakh [A method of determining the degree of salinity of groundwater on the potash companies]. *Patent 2189445 Russian Federation*, МПК: E21B49/00, E21F17/16.

Получено 30.09.2015

Об авторах

Голубцова Анастасия Николаевна (Пермь, Россия) – студентка Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: qula88@rambler.ru).

Карманова Светлана Валериевна (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: karmanovs@yandex.ru).

About the authors

Anastasiia N. Golubtsova (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: qula88@rambler.ru).

Svetlana V. Karmanova (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: karmanovs@yandex.ru).