

УДК 622.276.76:628.5(047)(476)

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕКУЩЕГО И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СКВАЖИН НА НЕФТЬ

Чижик О.А. (УПНПиРС РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Речица, Беларусь), Морзак Г.И. (Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь)

*В статье отражена специфика обеспечения экологической безопасности нефтедобывающих производственных объектов, в частности, при производстве работ по текущему и капитальному ремонту скважин. Общий анализ воздействия данной деятельности на окружающую природную среду и выявление наиболее существенных экологических рисков деятельности позволяют предложить систему организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию воздействия, включающую в себя как общие поддерживающие мероприятия, так и инженерную модификацию существующих природоохранных сооружений – систему сбора флюида на околоустьевом пространстве и систему организации гидроизоляции шламового амбара.*

### Введение

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» – государственная нефтехимическая компания, осуществляющая геологоразведочные работы, разработку, добычу и реализацию нефти и газа. В 2015 г. «Белоруснефть» ведет добычу на 61 месторождении в Беларуси, 13 – в Венесуэле и 4 – в Российской Федерации.

На протяжении последних двух лет добыча нефти на территории Беларуси остается стабильной – на уровне 1 млн 645 тыс. тонн. Такой же показатель добычи запланирован на 2015 год, что является довольно сложной задачей для предприятия в связи с тем, что наиболее крупные месторождения уже вступили в завершающую стадию разработки, когда при высокой (68-86 %) степени выработки начальных запасов неуклонно нарастает обводненность, падают темпы отбора. Остаточные запасы переходят в категорию трудноизвлекаемых, которые уже составляют около 43 % сырьевой базы РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» [1]. Удерживать добычу нефти на стабильном уровне при постепенно истощающихся внутренних запасах удастся за счет геолого-технических мероприятий и проведения ремонтно-восстановительных работ добывающих скважин. Данную деятельность в структуре предприятия осуществляет Управление по повышению нефтеотдачи пластов и ремонту скважин. Однако при ремонте скважин неизбежно возникают проблемы экологической безопасности, которые могут оказывать существенное воздействие на окружающую природную среду. Системный подход к экологической деятельности предприятия может позволить минимизировать данное воздействие. Важным положительным направлением для экологизации производства и обеспечения его экологической безопасности представляется оценка экологических и эколого-экономических рисков и управления ими посредством внедрения эколого-эффективных и экономически целесообразных мероприятий.

### Основная часть

Ремонтно-восстановительные работы необходимы для нормального функционирования добывающих скважин, которое нарушается по различным причинам, что при-

водит либо к полному прекращению работы скважины, либо к существенному уменьшению ее дебита. Причины прекращения или снижения добычи могут быть самыми разнообразными – выход из строя подземного или наземного оборудования, изменения пластовых условий. Все ремонтные работы в зависимости от их характера и сложности разделяют на текущий и капитальный ремонты скважин, которые включают в себя комплекс сложных, многостадийных технологических операций, выполняемых на станках различной грузоподъемности. В цикл выполняемых операций входят работы по смене подземного оборудования, освоение скважин после строительства, выполнение геолого-технических мероприятий (различного вида работы, связанные с интенсификацией нефтяного притока, водоизоляционные работы, бурение бокового ствола и другие).

Общей чертой проведения ремонтных работ является их неотъемлемое воздействие на окружающую среду, которое не может быть предотвращено по ряду объективных причин:

- в ремонт принимаются заведомо неправильно функционирующие и аварийные скважины, не всегда известна причина поломки до начала производства работ, что влечет за собой большую вероятность возникновения внештатных ситуаций;
- принятая в ремонт скважина заполнена нефтью, выход которой возможен при производстве работ. Данная ситуация возникает в связи с необходимостью использования в качестве рабочей жидкости дегазированной нефти (с целью недопущения возникновения избыточной репрессии на пласт в условиях пониженного пластового давления);
- при поломке скважин оборудование и трубы, находящиеся в ней, загрязняются нефтью, парафином и шламом как внутри, так и снаружи и при подъеме их на устье загрязняют околоустьевое пространство;
- ремонты выполняются в максимально сжатые сроки, многие технологические процессы необходимо выполнять в непрерывном режиме, не смотря на возникающие непредвиденные ситуации;
- не все эксплуатируемое оборудование позволяет обеспечить предотвращение загрязнения окружающей среды и замкнутость цикла производства работ;
- территориальная разбросанность объектов ремонта скважин, работа в полевых условиях приводят к негативному воздействию на окружающую среду в связи с созданием необходимых условий работы оборудования и жизнедеятельности сотрудников;
- ремонт скважин – как направление в нефтедобывающей промышленности – является наименее изученным.

В итоге складывается ситуация, при которой необходимо обеспечить экологическую безопасность заведомо опасного для окружающей среды производственного процесса.

Обеспечение экологической безопасности нефтедобывающих производственных объектов РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», в частности, объектов Управления по повышению нефтеотдачи пластов и ремонту скважин, возможно посредством комплексной оценки экологических рисков, обусловленных техногенной деятельностью, и планированием экономических и инженерных мероприятий по минимизации воздействия на различные компоненты окружающей среды – то есть контроль и управление выявленными рисками.

Схему обеспечения экологической безопасности при производстве ремонтных работ можно представить в виде этапов, представленных на рисунке 1.

Отразим некоторые этапы данной схемы как составные части системы экологической безопасности.

Общие показатели воздействия на окружающую среду при производстве ремонтных работ в нефтедобывающей промышленности сводятся к качественно-

количественным характеристикам воздействия на атмосферный воздух и водные ресурсы, а также воздействия от образования отходов.



**Рисунок 1 – Схема обеспечения экологической безопасности при производстве ремонтных работ [2]**

При проведении ремонтно-восстановительных работ скважины предприятие оказывает воздействие на атмосферный воздух, выбрасывая загрязняющие вещества в атмосферный воздух от следующих источников:

- двигателей внутреннего сгорания установок для восстановления скважин методом бурения бокового ствола;
- двигателей для выработки электроэнергии;
- резервуаров хранения топлива.

Количество источников выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух зависит от типа установки повышенной грузоподъемности.

Все двигатели внутреннего сгорания работают на дизельном топливе. Отработавшие газы дизельных двигателей выбрасываются в атмосферу через выхлопные трубы, при этом выделяются следующие загрязняющие вещества: диоксид азота, бензапирен, диоксид серы, предельные углеводороды  $C_{12}-C_{19}$ , оксид углерода, черный углерод (сажа) [3].

В валовом отношении ежегодно от основной и вспомогательной деятельности образуется 250...300 тонн загрязняющих веществ [4].

Ежегодно на предприятии образуется 950...1050 тонн отходов различных классов опасности. Специфическим отходом от деятельности предприятия является пресный буровой шлам и отработанный буровой раствор, относящийся к категории «Прочие отходы добычи нефти, не вошедшие в группу IV Г», на который приходится до 50 % от общего количества образованных отходов [4].

При амбарном способе ремонта и восстановления скважин образующийся пресный буровой шлам и отработанный буровой раствор сбрасываются в шламовый амбар. При соответствии необходимых параметров отработанный буровой раствор вывозится на растворный узел либо на другую скважину для повторного использования. На территории скважины предусмотрен шламовый амбар объемом 100 м<sup>3</sup>.

Вода на технологические нужды на предприятии не потребляется, на хозяйственно-питьевые нужды – 2,8...3,0 тыс. м<sup>3</sup> ежегодно. Источников сброса сточных вод в водные объекты нет [4].

Описанное выше воздействие не дает полной картины, так как не имеет привязки к конкретным технологическим процессам и не отражает значимости воздействия. Поэтому воздействия необходимо также рассматривать и с точки зрения потенциальных экологических рисков для окружающей среды, обусловленных конкретной технологической деятельностью.

Выявленными рисками необходимо управлять. Управление рисками должно базироваться на результатах анализа и оценки риска. Экологические риски принято оценивать как вероятность наступления неблагоприятного, с точки зрения воздействия на окружающую среду, события (количественная мера опасности). В таком случае величина экологического риска будет выражена в долях единицы или в процентах вероятности. Для экономической оценки экологических рисков (определения эколого-экономического риска) используются показатели ущерба окружающей среде. При этом значение риска будет определяться произведением показателя вероятности неблагоприятного события и экономического ущерба от его наступления, а оценка риска выражается в денежных единицах. Понятие ущерба связывается с ухудшением состояния или даже гибелью объекта (элемента окружающей среды), которые характеризуются определенным размером потерь. В связи с этим принято все предприятия делить на три группы опасности для окружающей среды:

- функционирующие с риском, полностью приемлемым для окружающей среды;
- функционирующие с риском, приемлемым частично для окружающей среды;
- функционирующие с риском, полностью неприемлемым для окружающей среды [2].

Существует три основных метода оценки риска:

- анализ статистических данных по неблагоприятным событиям, имевшим место в прошлом;
- теоретический анализ структуры причинно-следственных связей процессов;
- экспертный подход.

Также существует целый ряд подходов и расчетных зависимостей, используемых в настоящее время в практике. Анализ показал, что среди методов оценки вероятности наступления неблагоприятных событий или экологических рисков наиболее известными и приемлемыми к условиям предприятия являются следующие:

- метод построения деревьев событий;
- метод «события-последствия»;
- метод деревьев отказов;
- метод индексов опасности.

В результате использования любого метода практическая реализация принципов управления рисками сводится к разбиению рисков на области чрезмерного, приемлемо-

го и пренебрежительного рисков, что и было выполнено в рассматриваемом производственном процессе – ремонте скважин на нефть. Количество потенциальных экологических рисков УПНПиРС сводится к нескольким десяткам, в связи с чем приведем только те риски, которые в результате разбиения шкалы рисков оказались в области чрезмерного или приемлемого. Сведем данные в таблицу.

Таблица – Экологические риски при производстве работ по ремонту скважин

Технологический процесс	Экологический риск	Воздействие на окружающую среду	Вероятность реализации
Капитальный ремонт скважин методом бурения второго ствола	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от ДВС (углерода оксид, азота диоксид, серы диоксид и т.д.)	Загрязнение атмосферного воздуха	приемлемая
	Отходы бурения (буровой шлам и глинистый буровой раствор, соленасыщенный буровой шлам и отработанный буровой раствор)	Загрязнение земель с возможным загрязнением подземных вод	чрезмерная
	Сброс сточных вод в накопители	Загрязнение земель с возможным загрязнением подземных вод	приемлемая
	Шумовое загрязнение	Воздействие производственных условий на здоровье человека	приемлемая
	Риск возникновения загрязнения почв	Загрязнение почв	приемлемая
Текущий ремонт скважин	Отходы производства (сорбенты отработанные волокнистые, грунт, загрязненный нефтью и другие виды нефтесодержащих отходов)	Загрязнение компонентов окружающей среды твердыми отходами, отправляемыми на захоронение на полигон ТКО	чрезмерная
	Риск возникновения загрязнения почв нефтью	Загрязнение почв	чрезмерная
Хранение химических реагентов и ГСМ	Риск возникновения загрязнения почв нефтепродуктами	Загрязнение почв	приемлемая
Работы с ГСМ, ЛКМ и другими горючими материалами	Риск возникновения чрезвычайных ситуаций и инцидентов, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду (проливы ЛВЖ, риск возникновения возгорания)	Загрязнение почв, причинение вреда окружающей среде, а также жизни, здоровью и имуществу предприятия	приемлемая

Ранжирование риск-ситуаций позволяет выявить приоритетные мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды и своевременность их финансирования. В результате риск-анализа в категорию «чрезмерных рисков» попали направления воздействия, связанные с образованием отходов сорбционного материала и нефте-

загрязненного песка, захоронения бурового шлама в амбарах, интенсивное загрязнение приустьевой площадки. Следовательно, они являются первоочередными для введения мероприятий по минимизации их воздействия.

При внедрении мероприятий необходимо также учитывать, что управление рисками относится к экономической категории, поскольку под ним понимается распределение затрат на снижение различных видов рисков, обеспечивающее достижение максимального уровня безопасности окружающей среды. При этом, в качестве одного из основных принципов управления рисками рассматривается принцип оправдываемости практической деятельности, при котором никакая деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее для общества не превышает вызываемого ею ущерба. Соответственно, все предлагаемые мероприятия являются не только необходимыми с точки зрения охраны окружающей среды и снижения вероятности возникновения того или иного риска, но и экономически эффективными [5].

### Управление рисками

С целью управления экологическими рисками был предложен комплекс организационно-технических и инженерных мероприятий. Покажем некоторые мероприятия, которые позволят снизить воздействие на окружающую среду от выявленных рисков высокой степени опасности. Информацию предоставим в сравнительном описании по схеме «Существующая ситуация – предложенное мероприятие – эколого-экономическая результативность».

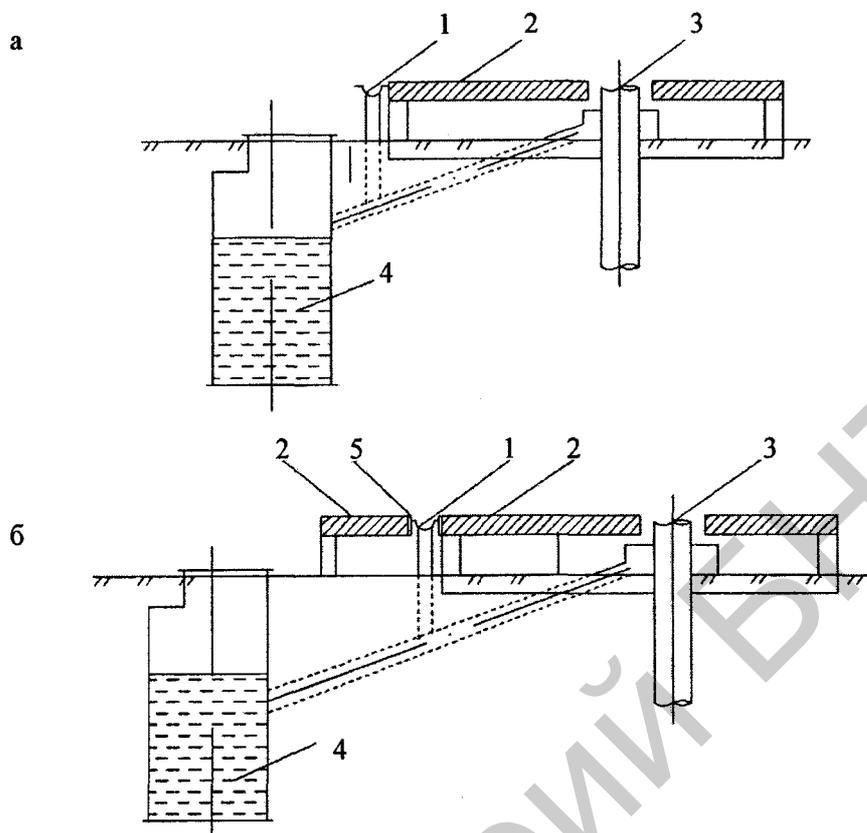
1. Удаление возникающих проливов нефтепродуктов с территории скважины на сегодняшний день происходит посредством использования волокнистых сорбентов и песка. В результате образуется большое количество отходов: сорбенты волокнистые отработанные, грунт загрязненный нефтью. Далее отходы направляются на захоронение на полигоне ТКО.

Для решения проблемы предложено использование материалов, обладающих как биодеструктивными, так и сорбционными свойствами, (согласно исследованиям лаборатории БелНИПИнефть на высоковязкой нефти эффективнее всего проявил действие препарат «Девороил»), проведение предварительной подсыпки территории в зонах максимального воздействия (приустьевая зона, края мостков для хранения трубного материала, места стыков и соединений запорных элементов емкостей с технологическими жидкостями и труб для их подачи) для своевременной сорбции нефти и нефтепродуктов и предупреждения их проникновения в грунтовые воды.

Эколого-экономическая эффективность достигается за счет предотвращения загрязнения окружающей среды (как на месте производства работ, так и от последующего захоронения на полигоне ТКО), снижения транспортных затрат – что в данной ситуации является ключевым в связи с территориальной разбросанностью производственных объектов, отсутствия выплат по экологическому налогу за захоронение отходов.

2. С целью предотвращения загрязнения приустьевой площадки она оборудована приемным желобом по периметру и сливным колодецем. Данная конструкция не является герметичной, что приводит к сливу в колодец только до 30 % выброшенного флюида (нефти, нефтепродуктов, технологических жидкостей).

Предлагаемые мероприятия: при оборудовании площадки выкладывать дополнительный ряд плит по периметру устья, предусмотреть герметизацию стыков и угловых срезов железобетонных плит цементным раствором, что приведет к более эффективному сбору нефти в приемный колодец по системе желобов, как показано на рисунке 2.



а – существующая практика; б – предложенные мероприятия;  
 1 – система приемочных желобов; 2 – железобетонная плита; 3 – устье скважины;  
 4 – приемочный колодец; 5 – герметичное соединение

**Рисунок 2 – Схема организации приустьевой площадки**

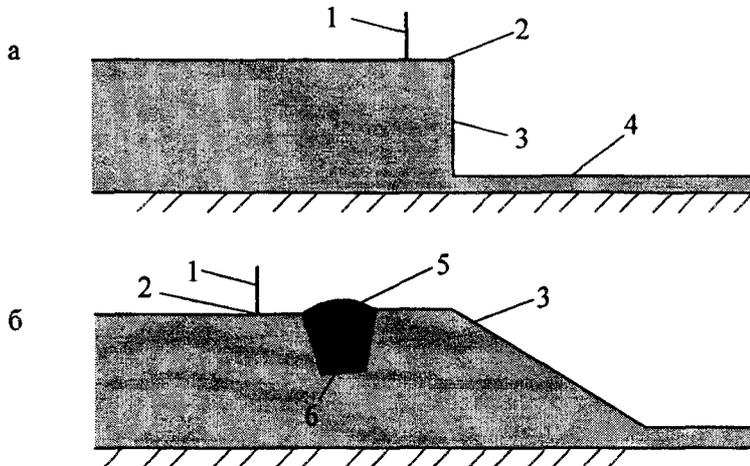
3. С целью предотвращения загрязнения земель от захоронения отходами бурения предусмотрены шламовые амбары. К амбару предъявляются следующие требования:

- гидроизоляция полиэтиленовой пленкой толщиной 200 мкм по периметру стен амбара;
- заливка глинистой пастой толщиной 60 мм дна амбара;
- заглубление амбара в грунт на ~1,5 м, обвалование на высоту ~0,45 м, обустройство временным ограждением высотой ~1,2 м.

Практика показывает, что существующая технология гидроизоляции шламового амбара приводит к постоянному его обрушению и необходимости восстановления. Постоянно загрязняется территория, прилегающая к амбару, при проведении разгрузки шламового контейнера.

Предлагаемые мероприятия для снижения воздействия риска заключаются в следующем. Конструктивная прочность шламового амбара и предотвращение фильтрации отходов бурения за его пределы должны обеспечиваться созданием на внутренней поверхности накопителя противофильтрационного экрана из синтетического нетканого материала с учетом изменения формы амбара и гидроизоляции амбара по периметру, как изображено на рисунке 3.

Экологическая эффективность достигается за счет увеличения прочности амбара, что защищает от обрушения, и предотвращения фильтрации отходов бурения за его пределы, экономическая – за счет уменьшения объема ручного труда по строительству и постоянному восстановлению амбара, отсутствие затрат на дополнительный завоз глинистой пасты.



а – существующая практика; б – предложенные мероприятия;  
 1 – дощатое ограждение; 2 – край крепления гидроизоляции; 3 – рулонный материал;  
 4 – глинистая паста; 5 – насыпной грунт; 6 – укрепление рулонного материала  
 с помощью штрабы в грунте

**Рисунок 3 – Схема строительства шламового амбара**

Инженерная модификация существующих природоохранных сооружений позволит снизить уровень экологического риска до приемлемого. Для поддержания деятельности предприятия в зоне пренебрежительно малого и приемлемого риска необходима непрерывная природоохранная деятельность, обеспечивающая комплексный подход к управлению всеми экологическими рисками предприятия, которая неотъемлемо включает в себя необходимость:

- осуществлять свою деятельность в соответствии с природоохранным законодательством Республики Беларусь;
- осуществлять учет экологических факторов при разработке новых технологических решений и проектов;
- применять энергосберегающие технологии, позволяющие уменьшать воздействие на окружающую среду;
- добиваться снижения образования отходов производства путем выбора малоотходных технологий и реализации организационных мероприятий с участием каждого работника коллектива;
- использовать современные технологии и оборудование для обезвреживания и использования отходов производства;
- совершенствовать технологические мероприятия по обезвреживанию отходов бурения с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду;
- осуществлять мониторинг производственной деятельности, изучение воздействия на окружающую среду процессов, выбросов, сбросов, отходов, связанных с производственной деятельностью;
- устанавливать конкретные экологические показатели производственной деятельности.

### Выводы

Обеспечить экологическую безопасность заведомо опасного для окружающей среды производственного процесса – проведения ремонтных работ скважин на нефть – возможно в случае обеспечения поэтапной и комплексной проработки экологических рисков предприятия.

Управление экологическими рисками должно базироваться на результатах анализа и оценки риска. Ранжирование риск-ситуаций позволяет выявить приоритетные мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды и своевременность их финансирования.

Воздействие на окружающую среду от выявленных рисков высокой степени опасности может быть существенно снижено за счет проведения технических мероприятий: замены используемого сорбционного материала, реконструкции приустьевой площадки и шламового амбара.

Для поддержания деятельности предприятия в зоне пренебрежительно малого и приемлемого риска необходима непрерывная природоохранная деятельность по управлению всеми экологическими рисками предприятия.

#### Список использованных источников

1. **Карабанов, А.К.** Проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов Беларуси / А.К. Карабанов / Географические науки в обеспечении стратегии устойчивого развития в условиях глобализации: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25-28 окт. 2012 г. / БГУ; редкол.: И.И. Пирожник (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2012. – 362 с.

2. **Хаустов, А.П.** Охрана окружающей среды при добыче нефти / А.П. Хаустов, М.М. Редина. – М.: Дело, 2006. – 552 с.

3. Акт инвентаризации выбросов загрязняющих веществ УПНПиРС. – Гомель: Связьинформсервис, 2014. – 32 с.

4. Отчет о природоохранной деятельности УПНПиРС за 2014 год. – Речица: УПНПиРС, 2015. – 46 с.

5. **Дмитрук, В.И.** Оценка и приоритеты управления страховым риском на объектах нефтегазового комплекса / В.И. Дмитрук, С.Г. Миронюк, С.А. Гальченко // Управление рисками чрезвычайных ситуаций: материалы шестой Всероссийской науч.-практ. конф., Москва, 20-21 марта 2001 г. – М.: КРУК, 2001. – С. 318-321.

---

**Chizhik O.A., Morzak G.I.**

#### **Environmental safety ensuring during the current repair and workover of oil wells**

*The article reflects environmental safety specificity of oil-producing industrial facilities, in particular in the production of works of current repair and workover of oil wells. The general analysis of the impact of these activities on the environment and the most significant environmental risk activities identification allows to offer a system of organizational and technical measures. These measures are focused on the environmental impact minimizing and include both general supportive measures and engineering modifications of existing environmental structures – collecting fluids system under wellhead space and sludge pit waterproofing system.*

Поступила в редакцию 06.07.2015 г.