

---

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

**(РОСАТОМ)**

---

**САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫПОЛНЯЮЩИХ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ  
«СОЮЗАТОМПРОЕКТ»**

---

**Утверждено**  
решением общего собрания  
членов СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»  
Протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ года

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**ОБЪЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

**Нормы технологического проектирования горнодобывающих  
предприятий методом подземного выщелачивания**

**СТО XX XXX - XXXX**

**Москва  
2014**

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандарта организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### **Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»

2 ВНЕСЁН Советом СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Протоколом общего собрания СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ» № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014 г.

4 ВВЕДЁН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения Госкорпорации «Росатом» и СРО НП «Союзатомпроект»

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Область применения</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Нормативные ссылки</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Термины и определения</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Обозначения и сокращения</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Общие положения</b> .....	<b>12</b>
<b>6 Геологический раздел</b> .....	<b>13</b>
6.1 Запасы полезного компонента .....	13
6.2 Геологоразведочные и эксплуатационно-разведочные работы.....	16
6.3 Геофизические работы.....	18
6.4 Опробование, аналитические работы.....	21
<b>7 Геотехнологический раздел</b> .....	<b>23</b>
7.1 Производительность, срок службы и режим работы предприятия .....	23
7.2 Системы разработки и их классификация .....	23
7.3 Выбор системы разработки месторождения .....	26
7.4 Порядок отработки месторождения .....	29
7.5 Календарный план добычных работ .....	30
7.6 Основные технико-экономические показатели добычи.....	31
7.7 Контроль и опробование добычного процесса .....	35
7.8 Рекультивация и ликвидация добычных полигонов.....	37
<b>8 Буровые работы</b> .....	<b>39</b>
8.1 Основные термины и определения.....	39
8.2 Проектирование буровых скважин.....	40
8.3 Технология сооружения скважин .....	42
8.4 Буровое и вспомогательное оборудование .....	45
8.5 Оголовки скважин.....	48
8.6 Ремонтно-восстановительные работы в скважинах.....	49
8.7 Безопасность труда .....	50
<b>9 Раствороподъем и транспортировка технологических растворов. Технологические сети и сооружения</b> .....	<b>52</b>
9.1 Раствороподъемные средства.....	52
9.2 Транспортировка технологических растворов .....	53
9.3 Кислотоснабжение .....	61
9.4 Воздухоснабжение .....	62
9.5 Техническое водоснабжение.....	62
9.6 Комплексная механизация погрузочно-доставочных, монтажных и других трудоемких работ .....	63
<b>10 Переработка ПР</b> .....	<b>64</b>
10.1 Требования к растворам .....	64
10.2 Требования к технологическим схемам.....	65
10.3 Требования к технологическому оборудованию и аппаратурным схемам .....	67
10.4 Контроль и опробование технологического процесса .....	69
10.5 Реагентное хозяйство .....	70
10.6 Основные технические решения.....	73
10.7 Основные технико-экономические показатели установок .....	74

10.8 Безопасность труда. Взрывопожарная и пожарная безопасность .....	75
<b>11 Автоматизация технологических процессов .....</b>	<b>77</b>
11.1 Автоматизация добычного комплекса .....	77
11.2 Автоматизация перерабатывающего комплекса .....	79
11.3 Конструктивно-компоновочные решения .....	81
11.4 Служба эксплуатации .....	82
<b>12 Охрана окружающей среды .....</b>	<b>82</b>
12.1 Охрана атмосферного воздуха .....	82
12.2 Охрана и рациональное использование водных ресурсов .....	84
12.3 Охрана и рациональное использование недр .....	86
12.4 Охрана и рациональное использование земной поверхности и животного мира.....	87
12.5 Охрана окружающей среды при складировании отходов производства.....	89
<b>13 Организация труда и управление производством.....</b>	<b>90</b>
13.1 Организация труда .....	91
13.2 Численность персонала.....	92
13.3 Режим работы .....	93
13.4 Управление производством.....	93
Библиография .....	94

## Введение

Подземное выщелачивание, возникшее как идея в 50-х годах в США, сегодня превратилось в признанный метод получения радиоактивных металлов, конкурентоспособный по отношению к традиционному горному способу.

При проведении работ на предприятиях ПВ меняются традиционные, десятилетиями сложившиеся взаимоотношения между основными звеньями горно-химических комбинатов – геолог ищет руду, горняк её добывает, а технолог перерабатывает добытую руду на гидрометаллургических заводах. При методе СПВ выпадает основное и самое трудоёмкое звено – горное, а переработка руды переносится в недра отрабатываемых участков.

Основные преимущества метода СПВ заключаются в следующем:

- сокращение капиталовложений и сроков строительства в 2-3 раза вследствие отсутствия сложных капитальных сооружений, неизбежных при проходке всех видов горных выработок, добыче руды, ее транспортировке, переработке и создании хвостохранилищ;
- повышение в несколько раз производительности труда за счет исключения целого ряда процессов и переделов;
- улучшение санитарно-гигиенических условий труда;
- снижение себестоимости продукции в 2,0 - 2,5 раза, несмотря на то, что руды месторождений, отрабатываемые методом СПВ, гораздо беднее по содержанию урана;
- высокая (70-90 %) степень извлечения урана из недр;
- возможность отработки месторождений со сложными горно-геологическими и гидрогеологическими условиями залегания;
- исключение из цикла добычи урана самых дорогостоящих и опасных по исполнению подземных горных работ, которые заменяются бурением скважин с поверхности;
- возможность полной автоматизации процессов добычи и переработки содержащих уран растворов вплоть до получения конечной продукции;
- щадящее воздействие на недра и окружающую среду;

- замкнутый технологический цикл растворооборота.

Наряду с указанными преимуществами метода, в процессе проведения работ по СПВ выяснилось, что подземное выщелачивание через скважины требует более пристального к себе внимания во всех звеньях геотехнологической цепи, начиная от этапов разведки месторождений и вплоть до получения химических концентратов урана. Прежде всего, установлена значительная неоднородность минерально-петрографических, геотехнологических, фильтрационных свойств руд и рудовмещающих горизонтов, как в плане, так и в разрезе, что осложняет прогнозные гидродинамические расчеты параметров процесса ПВ. Следовательно, для успешной работы предприятий по добыче урана методом СПВ необходима более полная и детальная информация о недрах, чем это требуется при традиционном горном способе.

На решение этих вопросов направлены, в том числе, и настоящие Нормы с целью систематизации знаний по отработке месторождений методом СПВ в результате контроля и управления процессом ПВ.

Начиная от первых опытных работ по СПВ на ряде месторождений в 1961-1963 годах и до настоящего времени в опытные, опытно-промышленные, эксплуатационные работы методом СПВ в нашей стране вовлечены мелкие и средние по масштабам месторождения гидрогенного типа, но из года в год удельный вес добычи металлов методом СПВ возрастает. Повышенный интерес к пластово-инфильтрационным (гидрогенным) месторождениям обусловил необходимость разработки ряда новых положений в области проектирования технологических норм отработки.

Настоящие Нормы базируются на современном состоянии изученности вопросов применения метода СПВ при отработке пластово-инфильтрационных (гидрогенных) месторождений и могут быть рекомендованы для использования на предприятиях, проектирующих отработку этих месторождений.

## **1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт «Объекты использования атомной энергии. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий методом подземного выщелачивания» (далее - Нормы) является нормативно-методическим

документом, устанавливающим требования к проектированию предприятий по добыче урана методом подземного выщелачивания.

1.2 Нормы разработаны на основании нормативных и правовых актов:

– Закона Российской Федерации от 21.02.1992г. №2395-1 «О недрах» [1];

– Федерального закона от 21.11.1995г. №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [2];

– Федерального закона от 27.12.2002г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» [3];

– Федерального закона от 29.12. 2004г. №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» [4];

– Постановления Правительства РФ от 16.02.2008г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [5];

– Постановления Правительства РФ от 03.03.2010г. №118 «Об утверждении Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами» [6];

– Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.06.2010г. №218 «Об утверждении требований к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья» [7];

и являются обязательными для выполнения при проектировании предприятий, объектов, цехов, участков и установок, предназначенных для добычи и переработки урансодержащих растворов методом СПВ.

1.3 Настоящие нормы распространяются на проектирование новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий по отработке месторождений методом СПВ.

1.4 Нормы предназначены для предприятий, осуществляющих добычу растворов, содержащих уран, методом скважинного подземного выщелачивания и их переработку до получения готовой продукции предприятия.

1.5 Настоящие нормы не распространяются на разработку разделов по энергоснабжению, ремонтному и складскому хозяйствам, генплану и транспорту,

промышленному строительству при проектировании предприятий по отработке месторождений методом подземного выщелачивания. Инженерные сети проектируются на основании технических условий Заказчика и технологических решений по добыче и переработке урансодержащих растворов методом скважинного подземного выщелачивания.

1.6 Требованиями настоящих норм следует руководствоваться на всех стадиях проектирования (проектная документация, рабочая документация, рабочий проект) и при подготовке предпроектных материалов (ТЭС, ТЭР, ТЭО).

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящих нормах использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 2.601-2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.9-93 Система стандартов безопасности труда. Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.14-75 Система стандартов безопасности труда. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.8-75 Система стандартов безопасности труда. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.12-88 Система стандартов безопасности труда. Источники тока химические. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.10-87 Система стандартов безопасности труда. Установки, генераторы и нагреватели индукционные для электротермии, установки и генераторы ультразвуковые. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.2-75 Система стандартов безопасности труда. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности



ГОСТ 12.2.007.4-75 Система стандартов безопасности труда. Шкафы комплектных распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций, камеры сборные одностороннего обслуживания, ячейки герметизированных элегазовых распределительных устройств

ГОСТ 12.2.007.6-75 Система стандартов безопасности труда. Аппараты коммутационные низковольтные. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.11-75 Система стандартов безопасности труда. Преобразователи электроэнергии полупроводниковые. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.5-75 Система стандартов безопасности труда. Конденсаторы силовые. Установки конденсаторные. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.088-83 Система стандартов безопасности труда. Оборудование наземное для освоения и ремонта скважин. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.108-85 Система стандартов безопасности труда. Установки для бурения геологоразведочных и гидрогеологических скважин. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.232-2012 Система стандартов безопасности труда. Оборудование буровое наземное. Требования безопасности

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков

ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания

ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ

ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель

ГОСТ 17.5.1.02-85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации

ГОСТ 17.5.3.06-85 Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ

ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель

ГОСТ 1581-96 Портландцементы тампонажные. Технические условия

ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент

ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ Р 52543-2006 Гидроприводы объемные. Требования безопасности

ГОСТ Р 52869-2007 Пневмоприводы. Требования безопасности

ГОСТ Р 54362-2011 Геофизические исследования скважин. Термины и определения

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящих Нормах применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 возвратный раствор:** Бедный продуктивный раствор, содержащий уран в количестве ниже минимального промышленного, но пригодный (после добавки выщелачивающих реагентов) для повторной подачи в продуктивные горизонты в качестве РР (ВР).

**3.2 вскрытые запасы:** Часть промышленных запасов в эксплуатационных блоках СПВ, разбуренная технологическими скважинами, согласно проекту.

**3.3 выщелачивание:** Растворение многофазного твердого сырья селективно действующим реагентом.

**3.4 геотехнология:** Технология добычи твердых полезных ископаемых, заключающаяся в переводе их в подвижное состояние в недрах на месте залегания посредством тепловых, массообменных, химических и гидродинамических процессов и в последующей транспортировке на дневную поверхность жидких или газообразных продуктов.

**3.5 готовые к добыче запасы:** Часть запасов из числа подготовленных, на которых закончено закисление, достигнута промышленная концентрация урана в ПР и начата добыча урана методом СПВ.

**3.6 геофизические исследования в скважинах:** Исследования различными методами каротажа с целью измерения геофизических параметров в скважинах, проводящиеся с целью изучения геологического разреза и массива горных пород в околоскважинном и межскважинном пространствах и выявления полезных ископаемых, контроля технического состояния скважин при разработке месторождений, опробования пластов и т.д., основанные на особенностях физических свойств горных пород, водоносных пластов и руд.

**3.7 декольматация фильтра и прифильтровой зоны скважины:** Устранение последствий процесса кольматации.

**3.8 денитрация:** Технологический процесс ионного обмена ионов из ионита (нитрат-ионов), на ионы, содержащиеся в денитрирующем растворе (сульфат-ионы), сопровождающийся концентрированием нитрат-ионов в растворе после денитрации.

**3.9 закачные скважины:** Скважины, через которые в рудные тела подаются закисляющие и рабочие растворы.

**3.10 закисляющий раствор:** Технологический раствор, содержащий необходимые реагенты для закисления горнорудной массы и предназначенный для закачки в продуктивные горизонты на этапе подготовки к выщелачиванию урана из руды.

**3.11 каротаж:** Геофизические исследования в скважинах с целью изучения вскрытого скважиной геологического разреза и выявления полезных ископаемых.

**3.12 кольматация фильтра и прифильтровой зоны скважины:** Процесс снижения фильтрующей способности фильтра и фильтрационных свойств прифильтровой зоны продуктивного водоносного горизонта в результате закупорки отверстий, каналов и пор механическими и химическими осадками.

**3.13 контрольные скважины:** Скважины, предназначенные для вскрытия в заданном месте обрабатываемого рудного тела с целью контроля степени

извлечения урана и исследования техногенных изменений руд и вмещающих пород с помощью отбора керновых проб и геофизических исследований.

**3.14 конструкция скважины:** Характеристика скважины, определяющая изменение ее диаметра с глубиной, типоразмер и длину обсадных колонн, тип и длину фильтра, интервалы гидроизоляции и тому подобное.

**3.15 маточный раствор:** Технологический раствор, из которого извлечен уран и используемый после доукрепления выщелачивающими реагентами как рабочий.

**3.16 метод скважинного подземного выщелачивания:** Метод добычи урана с помощью раствора реагентов без извлечения руды на поверхность через систему технологических скважин.

**3.17 наблюдательные скважины:** Скважины, предназначенные для постоянного или периодического наблюдения за процессом выщелачивания или режимом подземных вод (растворов) в выщелачиваемой горной массе с помощью замеров уровней и отбора проб технологических растворов.

**3.18 недропользователь:** Субъект предпринимательства, который наделен определенными правами (лицензией) на пользование недрами.

**3.19 оборудование:** Активная часть основных промышленно-производственных фондов предприятий: машины, аппараты, колонны, трубопроводы, электротехническое и теплотехническое оборудование.

**3.20 организация СПВ:** Горнорудная организация (рудоуправление, рудник, цех, участок), ведущая добычу урана и попутных полезных компонентов методом СПВ.

**3.21 освоение скважины:** Комплекс работ по разглинизации фильтра и прифильтровой зоны, достижению при прокачке проектной производительности скважины и осветлению воды или растворов до содержания в них твёрдых взвесей не > 100 мг/л.

**3.22 остаточные растворы:** Растворы, не представляющие коммерческого интереса на завершающем этапе подземного выщелачивания при отработке блоков и всего месторождения в целом.

**3.23 откачные скважины:** Скважины, через которые из рудного горизонта выдается на поверхность продуктивный раствор.

**3.24 отстойники:** Наземные или заглубленные объемные сооружения, предназначенные для сбора технологических растворов и осаждения твердых взвесей.

**3.25 подготовленные запасы:** Часть вскрытых запасов участков, в пределах которых выполнены все объемы подготовительных работ,

предусмотренных проектом отработки (обвязка блоков и скважин поверхностными коммуникациями, оснащение их аппаратурой КИПиА и оборудование технологических скважин средствами раствороподъёма, закисление горнорудной массы).

**3.26 ПР:** Раствор, сформировавшийся в результате физико-химического взаимодействия рабочего раствора с выщелачиваемой горнорудной массой и содержащий уран в концентрации, равной или выше минимальной промышленной.

**3.27 проектные потери:** Часть балансовых запасов месторождения (участка), не принятая проектом к отработке и безвозвратно оставленная в недрах по горнотехническим, экономическим и другим причинам.

**3.28 РР (ВР):** Технологический раствор, содержащий необходимые для растворения урана реагенты, и предназначенный для закачки в продуктивные горизонты.

**3.29 регенерация:** Технологический процесс восстановления рабочей емкости ионообменной смолы для сорбции урана.

**3.30 сбросной раствор:** Некондиционный технологический раствор, образующийся на перерабатывающей установке, сбрасываемый в систему замкнутого растворооборота ПВ.

**3.31 скважины ПВ:** Скважины, предназначенные для вскрытия рудных тел и извлечения урана из недр, по своему назначению подразделяются на технологические (закачные и откачные), наблюдательные, контрольные и специальные.

**3.32 сооружение скважины:** Выполнение комплекса работ по подготовке к бурению, бурению и поддержанию скважины в устойчивом состоянии, креплению трубами и оборудованию фильтрами, производству гидроизоляции, специальных работ и освоению.

**3.33 сорбция:** Технологический процесс селективного извлечения урана из ПР твёрдым ионитом, сопровождающийся концентрированием извлекаемого урана в ионите.

**3.34 специальные скважины:** Скважины барражные, геофизические, гидрогеологические, ликвидационные и другого назначения.

**3.35 способ ПВ:** Геотехнологический способ добычи полезных ископаемых, заключающийся в избирательном переводе урана из руды в раствор в недрах на месте залегания, посредством воздействия на них химических реагентов.

**3.36 тампонирующая скважина:** Комплекс работ по изоляции отдельных интервалов скважины или ликвидации.

**3.37 техническое состояние скважины:** Состояние конструктивных элементов скважины, ее эксплуатационные характеристики, временные и необратимые дефекты, возникшие в процессе эксплуатации.

**3.38 технологический процесс:** Совокупность физико-химических или физико-механических превращений веществ и изменение значений параметров материальных сред, целенаправленно проводимых в аппарате (рудном пласте, системе взаимосвязанных аппаратов, агрегате, машине и тому подобное).

**3.39 технологические растворы:** Водные растворы реагентов и продуктов их взаимодействия с вмещающей средой. Подразделяются на закисляющие, рабочие, продуктивные, маточные, возвратные, остаточные, сбросные.

**3.40 узел приготовления растворов:** Совокупность сооружений и технических средств, предназначенных для доукрепления возвратного и маточного растворов.

**3.41 эксплуатационный участок скважинного подземного выщелачивания:** Геологически или пространственно обособленная часть месторождения, обрабатываемая в течение длительного периода группой эксплуатационных блоков, объединенных системой коммуникаций, установок контроля и управления процессом подземного выщелачивания.

**3.42 эксплуатационный блок скважинного подземного выщелачивания:** Минимальная добычная единица, состоящая из группы эксплуатационных ячеек, одновременно вводимых в эксплуатацию и обрабатываемых в едином геотехнологическом режиме.

**3.43 эксплуатационная ячейка скважинного подземного выщелачивания:** Часть рудного тела, обрабатываемая закачной (закачными) и откачной скважинами.

## 4 Обозначения и сокращения

**ВР:** Выщелачивающие растворы

**ГИС:** Геофизические исследования в скважинах

**ГКЗ:** Государственная комиссия по запасам

**Каротаж КС:** Электрический каротаж, основанный на измерении кажущегося удельного электрического сопротивления горных пород

**Каротаж ПС:** Электрический каротаж, основанный на измерении потенциалов самопроизвольной поляризации

**КИПиА:** Контрольно-измерительные приборы и аппаратура

**КНДМ:** Каротаж мгновенных нейтронов деления

**КНСД:** Каротаж спонтанных нейтронов деления

**ЛСУ:** Локальная сорбционная установка

**ЛЭП:** Линия электропередач

**МПР РФ:** Министерство природных ресурсов Российской Федерации

**ОВП:** Окислительно-восстановительный потенциал

**ПАВ:** Поверхностно-активные вещества

**ПР:** Продуктивный раствор

**ПВ:** Подземное выщелачивание

**РР:** Рабочий раствор

**СПВ:** Скважинное подземное выщелачивание

**ТЭО:** Технико-экономическое обоснование

**ТЭР:** Технико-экономические расчеты

**ТЭС:** Технико-экономические соображения

**УППР:** Установка по переработке продуктивных растворов

**ЦПУ:** Центральная перерабатывающая установка

## 5 Общие положения

5.1 Настоящие Нормы предназначены для проектирования предприятий по разработке месторождений урана методом СПВ.

5.2 Нормы предназначены для уранодобывающих и перерабатывающих организаций атомной промышленности, проектных и научно-исследовательских организаций, органов государственного контроля и надзора.

5.3 Уранодобывающая и перерабатывающая, проектная и научно-исследовательская организации в соответствии с Федеральным законом «Об использовании атомной энергии» [2] должны иметь лицензии на право эксплуатации или проектирования опасных производственных объектов, свидетельство о допуске к работам по подготовке проектной документации, которые оказывают влияние на безопасность объектов использования атомной энергии, а также лицензии и разрешения Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на право введения работ в области использования атомной энергии.

5.4 Уранодобывающая и перерабатывающая организация СПВ должна иметь разработанную, прошедшую государственную экспертизу и утвержденную в установленном порядке проектную документацию по ГОСТ Р 21.1101-2013 отработки месторождения или его части, а также маркшейдерскую, геологическую документацию и план развития горных работ на текущий год.

5.5 Не допускается прием в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, имеющих недоделки и отступления от проектной документации не прошедшие согласование с проектной организацией или повторную государственную экспертизу согласно ГОСТ Р 21.1101-2013.

5.6 Руководители организаций СПВ должны обеспечить персоналу безопасные условия труда в соответствии с «Ведомственными правилами безопасности при разработке месторождений урана способами подземного скважинного и кучного выщелачивания», утвержденными ОАО «Атомредметзолото» [8].

5.7 Настоящие Нормы направлены на повышение эффективности всех этапов проектирования и проектных решений в целом при соблюдении действующих нормативов РФ.



## **6 Геологический раздел**

### **6.1 Запасы полезного компонента**

6.1.1 К проектированию принимать балансовые запасы, утвержденные ГКЗ Роснедра и подсчитанные по кондициям с учетом отработки месторождения методом СПВ.

6.1.2 По месторождениям, отработка которых предусмотрена методом СПВ, а запасы подсчитаны и утверждены по кондициям для горного способа отработки, производить пересчет запасов по кондициям для метода СПВ. Принятые для метода СПВ кондиции и подсчитанные по ним запасы подлежат повторному рассмотрению и утверждению ГКЗ Роснедра.

6.1.3 Соотношение запасов категорий В, С1 и С2, достаточное для передачи месторождения (участка) в промышленное освоение установлено «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (приказ МПР РФ от 11.12.2006г. №278) [9] и «Методическими рекомендациями по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Радиоактивные металлы» (распоряжение МПР РФ от 05.06.2007г. №37-р) [10].

6.1.4 Недропользователь устанавливает полное или частичное использование запасов категории С2 при проектировании отработки с учетом Рекомендаций при утверждении запасов.

6.1.5 Уменьшение балансовых запасов месторождения по сравнению с ранее утвержденными менее чем на 20% в результате эксплуатационной разведки и разработки месторождения не требует переутверждения.

6.1.6 Увеличение балансовых запасов месторождения в результате дополнительной разведки по сравнению с ранее утвержденными менее чем на 50%, в том числе в результате перевода прогнозных ресурсов в запасы категории С1, С2, не требует переутверждения.

6.1.7 Запасы урана категории С1, С2 разведанные и переведенные из прогнозных ресурсов в пределах установленных норм учитываются при среднесрочном и краткосрочном планировании отработки месторождения без переутверждения проектной документации.

6.1.8 Проектирование расширения и реконструкции действующих предприятий ПВ производится с учетом дополнительно разведанных запасов по данным оперативного подсчета без переутверждения запасов, если они не превышают 50% ранее утвержденных балансовых запасов.

6.1.9 При разработке ТЭО кондиций для подсчета запасов месторождения проектной организацией должен быть проработан вопрос об экономической целесообразности попутной добычи и использовании забалансовых запасов полезного ископаемого. При положительной оценке в ГКЗ Роснедра этого вопроса забалансовые запасы принимаются на баланс предприятия.

6.1.10 Учет списания балансовых запасов или перевод их в забалансовые осуществляется в соответствии с «Порядком постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса», утвержденным приказом Минприроды России от 06.09.2012г. №265 [11], или другого аналогичного документа актуального на момент проектирования.

6.1.11 В проектах должны определяться промышленные и эксплуатационные запасы.

Промышленными считаются балансовые запасы в пределах конечных границ полигонов СПВ, а также забалансовые запасы, целесообразность отработки которых доказана в проекте, за вычетом принятых в границах полигонов СПВ проектных потерь.

Эксплуатационные запасы определяются промышленными запасами с учетом эксплуатационных потерь.

Эксплуатационные потери определяются в зависимости от принятых коэффициентов извлечения урана: из руды в ПР, из ПР на смолу сорбции установки по переработки ПР и в готовую продукцию предприятия.

Определение величины запасов руды при СПВ не требуется, поскольку ее извлечения при добыче не происходит. Однако для проектных расчетов необходимо знание объема прорабатываемого растворами пространства недр (фильтрующего продуктивного горизонта).

Эксплуатационные запасы руды (горнорудная масса) в недрах ( $Q_{\text{э}}$ ) следует определять прямым расчетом для каждой добычной единицы (блок, участок, залежь, полигон СПВ, месторождение в целом) по формуле (1):

$$Q_{\text{э}} = S_{\text{э}} \cdot M_{\text{э}} \cdot \gamma_n, \text{ т} \quad (1)$$

где:  $S_{\text{э}}$  - эксплуатационная площадь добычной единицы в контурах

подсчета эксплуатационных запасов, м<sup>2</sup>;

$M_{\text{э}}$  - эффективная (эксплуатационная) мощность добычной единицы, м;

$\gamma_n$  - средняя объемная масса руд и вмещающих пород, т/м<sup>3</sup>.

Эксплуатационная площадь определяется площадью добычной единицы в контурах подсчета промышленных запасов с учетом или без учета площади прирезки за промышленный контур по гидродинамическим и горно-геологическим условиям отработки. Площадь прирезки при проектировании должна определяться по данным опытно-промышленных работ или моделирования гидродинамических условий отработки с учетом формы рудной залежи в плане.

Под эффективной мощностью понимается часть водоносного горизонта, вовлекаемая в процесс выщелачивания. Эффективная (эксплуатационная) мощность должна определяться с учетом данных, полученных в результате опытных и опытно-промышленных работ, моделирования, применяемых систем разработки и морфологии рудных залежей в разрезе (одно- или многоярусное залегание рудных интервалов, приуроченность к кровле или подошве продуктивного горизонта и т.д.). Средняя эффективная мощность добычной единицы вычисляется как среднеарифметическая из частных значений по скважинам или по моделированию.

Эксплуатационные запасы урана следует определять в недрах (в горнорудной массе), извлекаемые в ПР, на смолу и в готовую продукцию.

Эксплуатационные запасы урана в недрах ( $P_{\text{э.н.}}$ ) определяются как сумма промышленных запасов и количества урана в разубоживающей массе.

Количество урана в разубоживающей массе следует подсчитывать методом ближайшего района по интервалам некондиционных руд, входящим в эксплуатационный контур. В пустых породах разубоживающей массы содержание урана не учитывается. Содержание урана в разубоживающей массе при подсчете эксплуатационных запасов обосновывается по результатам опробования керн скважин и специальных геотехнологических исследований.

Эксплуатационные запасы урана, извлекаемые в ПР ( $P_{\text{э.р.}}$ ) определять по формуле (2):

$$P_{\text{э.р.}} = P_{\text{э.н.}} \cdot \varepsilon_1, \text{ Т} \quad (2)$$

где:  $\varepsilon_1$  – принятый коэффициент извлечения урана из руды в  
ПР, доли единиц.

Эксплуатационные запасы урана, извлекаемые на смолу ( $P_{\text{э.с.}}$ ) определять по формуле (3):

$$P_{\text{э.с.}} = P_{\text{э.р.}} \cdot \varepsilon_2, \text{ Т} \quad (3)$$

где:  $\varepsilon_2$  – принятый коэффициент извлечения урана из ПР на смолу,  
доли единиц.

Эксплуатационные запасы урана, извлекаемые в готовую продукцию ( $P_{\text{э.гп}}$ ) определять по формуле:

$$P_{\text{э.гп}} = P_{\text{э.с.}} \cdot \varepsilon_3, \text{ Т} \quad (4)$$

где:  $\varepsilon_3$  – принятый коэффициент извлечения урана со смолы в готовую  
продукцию предприятия, доли единиц.

6.1.12 По степени подготовленности к добыче методом СПВ запасы подразделяются на вскрытые, подготовленные и готовые к добыче. Нормативы запасов по степени подготовленности определяются в соответствии с утвержденными «Нормативами вскрытых, подготовленных и готовых к добыче запасов урана при разработке месторождений методом СПВ».

## 6.2 Геологоразведочные и эксплуатационно-разведочные работы

6.2.1 При составлении проектной документации предусматривать проведение геологоразведочных работ (дополнительная разведка). Дополнительная разведка проектируется с целью перевода запасов категории  $C_2$  в категорию  $C_1$ , доразведки флангов, уточнения зон разломов, доразведки прогнозных ресурсов и оруденения в сопредельных горизонтах для расширения сырьевой базы предприятия. В методическом отношении дополнительная разведка соответствует стадии детальной разведки и проводится с целью получения исходных данных для планирования добычных работ в среднесрочной и краткосрочной перспективе.

6.2.2 При составлении проектной документации предусматривать проведение эксплуатационно-разведочных работ (эксплуатационная разведка). Эксплуатационная разведка сопровождает горно-подготовительные работы и проводится с целью уточнения контуров рудных залежей с детализацией приконтурных частей и зон выклинивания оруденения, оперативного подсчета запасов и управления процессом ПВ.

6.2.3 Дополнительную и эксплуатационную разведку проектировать в увязке с планом эксплуатационных работ.

6.2.4 Для месторождений различных морфологических типов расстояния между скважинами при дополнительной (детальной) разведке приводятся согласно «Методическим рекомендациям по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Радиоактивные металлы» [10].

6.2.5 При проектировании новых предприятий должен быть определен объем работ по дополнительной (детальной) разведке, подлежащий выполнению в период строительства предприятия за счет капитальных вложений, специально предусматриваемых в сводной смете предприятия.

Работы по дополнительной (детальной) разведке финансируются за счет средств недропользователей.

6.2.6 При проведении дополнительной (детальной) разведки предусматривать объемы бурения скважин (с сопровождением фотодокументации керна) в период развития предприятия в 1,5-2,0 раза больше по сравнению с объектами при достижении проектной производительности для увеличения сырьевой базы предприятия.

Общий объем разведочного бурения в целом по месторождению не должен превышать 10% от суммарного объема бурения технологических (откачных, закачных) скважин.

6.2.7 Эксплуатационная разведка включает комплекс работ по опробованию керна и проводимых при бурении скважин геофизических, гидрогеологических, гидрогеохимических исследований, который выполняется в период вскрытия участков СПВ технологическими (откачными, закачными) скважинами.

Объемы эксплуатационной разведки требуют проектного обоснования в каждом конкретном случае с учетом геолого-морфологических особенностей оруденения.

6.2.8 При эксплуатационно-разведочных работах следует предусматривать меры по дальнейшему использованию скважин эксплуатационной разведки в качестве технологических (откачных, закачных). Бурение дополнительных разведочных скважин на стадии эксплуатационной разведки не производится.

6.2.9 Бурение контрольных скважин с сопровождением фотодокументации керна на отдельных самостоятельно погашенных участках производится только в случаях значительных отклонений степени извлечения металла от планового, или с целью выполнения специальных исследований (минералогических, фильтрационных и других). В других случаях погашение запасов осуществляется по данным товарного учета.

Общий объем контрольного бурения в целом по месторождению не должен превышать 10% от суммарного объема бурения технологических (откачных, закачных) скважин.

### **6.3 Геофизические работы**

6.3.1 Геофизические работы в проектах при отработке месторождения методом СПВ ставить для решения следующих задач:

- выделение элементов залегания рудных тел и определение концентрации урана;
- литологическое расчленение пород разреза;
- контроль технического состояния скважин;
- определение фильтрационных свойств пород продуктивного горизонта и контроль за их изменением в процессе отработки месторождения;
- изучение динамики выщелачивания урана;
- контроль за степенью закисленности пород и определение границ растекания растворов.

6.3.2 При проектировании геофизических работ должны быть предусмотрены:

- виды (комплексы) и объемы геофизических исследований в процессе бурения откачных, закачных, наблюдательных, разведочных и контрольных скважин;
- виды (комплексы) и объемы геофизических исследований в процессе эксплуатации откачных, закачных и наблюдательных скважин;

- в процессе эксплуатации откачных, закачных и наблюдательных скважин периодичность контроля не менее 1 раза в год на одну скважину;
- аппаратное оснащение и организационно-техническое обеспечение геофизических работ;
- необходимые штаты.

6.3.3 Виды, объемы и период ГИС отдельно по типам скважин определять, руководствуясь таблицей 6.1.

Т а б л и ц а 6.1 – геофизические исследования в скважинах

Виды исследований	Тип скважины, интервал глубины исследования	Период исследований
Каротаж КС	В технологических и наблюдательных скважинах в масштабе 1:200 по всему стволу и в масштабе 1:50 в пределах продуктивного горизонта	Бурение
Каротаж ПС	В технологических и наблюдательных скважинах в масштабе 1:200 по всему стволу и в масштабе 1:50 в пределах продуктивного горизонта	Бурение
Кавернометрия	В технологических, разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах (20%) по всему стволу в масштабе 1:200	Бурение
Инклинометрия	В технологических, разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах по всему стволу при точечной регистрации с шагом 25 м	Бурение
Термометрия	В технологических и наблюдательных скважинах до цементирования и после схватывания цементного раствора по всему стволу в масштабе 1:200	Бурение
Токовый каротаж	В технологических и наблюдательных скважинах по всему стволу в масштабе 1:200 после обсадки трубами	Бурение, эксплуатация

## Окончание таблицы 6.1

Гамма – каротаж	В технологических, разведочных, наблюдательных и контрольных скважинах в масштабе 1:50 в пределах продуктивного горизонта и в разведочных скважинах в масштабе 1:200 по всему стволу	Бурение, эксплуатация
Индукционный каротаж	В технологических скважинах (10%) после цементации по всему стволу; в закачных скважинах в масштабе 1:200 по всему стволу	Бурение, эксплуатация
КНДМ	В откачных и контрольных скважинах в пределах рудных интервалов с непрерывной регистрацией	Эксплуатация
КНСД	В наблюдательных скважинах в пределах рудных интервалов с точечной регистрацией с шагом наблюдений 20-10 см	Эксплуатация

6.3.4 При проектировании геофизических работ следует руководствоваться следующими нормативными документами и руководящими материалами, утвержденными в МПР РФ

- ГОСТ Р 54362-2011;
- Инструкция по проведению геофизических исследований рудных скважин, МПР РФ – ФГУ НПП «Геологоразведка», 2007г. [12];
- Методические рекомендации по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья, распоряжение МПР РФ от 05.06.2007г. №37-р [13].

Применение настоящих документов и материалов обеспечит получение геологоразведочной информации, полнота и качество которой достаточны для принятия решений о проведении дальнейших разведочных работ или о вовлечении запасов разведанных месторождений в промышленное освоение, а также о проектировании новых или реконструкции существующих предприятий по добыче и переработке урана.



**6.4 Опробование, аналитические работы**

6.4.1 При проектировании предусматривать:

- опробование керна;
- гидрохимическое опробование подземных вод и технологических растворов;
- проведение режимных гидрогеологических наблюдений.

6.4.2 Объемы кернового опробования рассчитывать по запланированному метражу бурения всех видов скважин. Количество анализов керновых проб определять по числу запланированных проб. Средняя длина пробы принимается равной 1,0 м.

6.4.3 В проектах предусматривать виды анализов:

- на основной и попутные компоненты;
- химические (полный и сокращенный);
- радиометрические;
- минералогические и петрографические;
- гранулометрические и специальные виды анализов для изучения водно-физических, фильтрационных и технологических свойств руд и вмещающих пород.

6.4.4 Объемы опробования керна скважин и виды анализов определять, руководствуясь таблицей 6.2.

Т а б л и ц а 6.2 – исследование керна

Виды анализов	Объем опробования
Полные химические анализы: SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, CaO, MgO, MnO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , S <sub>ОБЩ</sub> , C <sub>ОБЩ</sub> , C <sub>ОРГ</sub> , CO <sub>2</sub> , п.п.п., U, Re, Sc, Mo, Ag, ΣTR	По 2 пробы из скважины, опробуется 10 % сооружаемых скважин
Радиометрические анализы	По 6 проб из скважины, опробуется 30 % сооружаемых скважин
Минералогические и петрографические анализы	По 1 пробе из скважин, опробуется 3 % сооружаемых скважин
Гранулометрические анализы	По 1 пробе из каждой литологической разности, опробуется 30 % сооружаемых скважин

6.4.5 Объемы гидрохимического опробования и виды анализов подземных вод и технологических растворов рекомендуется определять от количества скважин, а также периодичность отбора проб определять, руководствуясь таблицей 6.3.

Т а б л и ц а 6.3 – исследование подземных вод и растворов

Виды анализов	Объем опробования
<b>Полные химические анализы подземной воды</b> <b>Технологические растворы</b>	По 1 пробе из скважин, опробуется 1 % сооружаемых скважин
Полные химические анализы: pH, Eh, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , ΣFe, Al <sup>3+</sup> , Si <sup>4+</sup> , U, Sc, сухой остаток	По 1 пробе 1 раз на этапе закисления из каждой вводимой в эксплуатацию откачной и наблюдательной скважины; По 1 пробе 1 раз в год из каждой откачной и наблюдательной скважины, находящейся в эксплуатации
Сокращенные химические анализы: pH, Eh, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , ΣFe, Al <sup>3+</sup> , U, сухой остаток	По 1 пробе 1 раз в месяц в течение этапа закисления из каждой вводимой в эксплуатацию откачной и наблюдательной скважины; По 1 пробе 1 раз в полгода из каждой откачной и наблюдательной скважины, находящейся в эксплуатации
Химический анализ на pH, Eh, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , U	По 1 пробе 1 раз в сутки из сборных коллекторов ПР и ВР; По 1 пробе 1 раз в неделю из ПР каждого вводимого и находящегося в эксплуатации блока; По 1 пробе 1 раз в месяц из каждой вводимой и находящейся в эксплуатации наблюдательной скважины
Химический анализ на Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , ΣFe	По 1 пробе 1 раз в неделю из сборных коллекторов ПР и ВР; По 1 пробе 1 раз в месяц из ПР каждого вводимого и находящегося в эксплуатации блока; По 1 пробе 1 раз в месяц из каждой вводимой и находящейся в эксплуатации наблюдательной скважины
Содержание механических взвесей	По 1 пробе 1 раз в 10 дней из каждой вводимой и находящейся в эксплуатации откачной скважины; По 1 пробе 1 раз в 10 дней из сборных коллекторов ВР

6.4.6 При проектировании должны быть предусмотрены режимные гидрогеологические наблюдения:

- за дебитом и приемистостью скважин;
- за статическим уровнем подземных вод продуктивного и смежных с ним водоносных горизонтов;
- за динамическим уровнем подземных вод продуктивного и смежных с ним водоносных горизонтов.

## **7 Геотехнологический раздел**

### **7.1 Производительность, срок службы и режим работы предприятия**

7.1.1 Оптимальную годовую производительность предприятия СПВ по урану, добываемому в ПР (или в готовой продукции), и срок его службы определять на основании директивных указаний пользователя недр исходя из масштаба месторождения, потребности отрасли в уране и размеров капитальных вложений.

7.1.2 При заданной производительности срок службы предприятия определять с учетом периодов достижения проектной производительности и снижения добычи при доработке запасов месторождения. Для продления срока службы предприятия необходимо учитывать перспективы прироста запасов.

7.1.3 В отдельных случаях, когда на месторождении происходит осушение продуктивного горизонта ввиду эксплуатации близко расположенных водозаборов или горных предприятий, производительность предприятия и срок его службы устанавливать с учетом прогнозных расчетов по водопонижению.

7.1.4 Режим работы предприятия принимается круглогодичный. Режим работы оборудования принимается 340 дней в году.

Продолжительность рабочей смены 6-8 часов, количество смен 3-4. При вахтовом способе работы предприятия продолжительность рабочей смены 12 часов, количество смен 2.

### **7.2 Системы разработки и их классификация**

7.2.1 Под системой разработки пластовых месторождений методом СПВ понимается определенный во времени и пространстве порядок проведения:

- подготовительных работ;
- работ по введению реагентов в рудное тело, обеспечение их циркуляции в продуктивном горизонте, взаимодействия реагентов с рудным телом;
- отбора ПР, обеспечивающих эксплуатацию месторождения с заданными технико-экономическими показателями и экологическими требованиями.

7.2.2 Скважинная система разработки, увязанная с процессом перевода урана из руды в раствор, включает:

- специальные способы подготовки выемочных единиц;
- схему вскрытия продуктивного горизонта;
- порядок ввода, эксплуатации, доработки и вывода из эксплуатации выемочных единиц;
- возможность уточняться по итогам промышленных работ.

7.2.3 Специальные способы подготовки включают в себя комплекс мероприятий обеспечивающих улучшение условий циркуляции растворов в продуктивном горизонте и взаимодействия растворителя с рудным телом.

7.2.4 В зависимости от требований к формированию фильтрационного потока в пласте и охране недр, среди специальных способов подготовки выделяются способы локализации фильтрационного потока в плане и разрезе (искусственные экраны, зоны кольматации и т.д.) и способы повышения проницаемости рудных тел.

7.2.5 Схема вскрытия продуктивного горизонта включает схему размещения технологических (откачных и закачных) скважин по площади и схему установки фильтров скважин в разрезе продуктивного горизонта.

7.2.6 Любая схема размещения технологических скважин должна вписываться в контур рудных тел и зависит от их размеров и конфигурации.

7.2.7 Основными элементами схемы размещения скважин являются ряд и ячейка.

Ряд технологических скважин составляют скважины расположенные на одной линии.

Под ячейкой (эксплуатационной, гидродинамической) подразумевается площадь, обрабатываемая одной откачной скважиной.

7.2.8 По назначению технологических скважин выделяются ряды равнозначные (откачные или закачные) и разнозначные (чередование откачных и закачных скважин в одном ряду).

7.2.9 По количеству рядов выделяются линейные и площадные схемы вскрытия.

Линейные схемы вскрытия – однорядные и трехрядные.

Площадные схемы вскрытия – многорядные.

7.2.10 По отношению к плановой конфигурации рудных залежей, с учетом геохимической зональности, выделяются схемы с продольным и поперечным расположением рядов технологических скважин.

7.2.11 По местоположению ячеек относительно контура рудного тела выделяются замкнутые и краевые (оконтуренные другими ячейками не полностью).

7.2.12 По форме эксплуатационной ячейки, определяемой расположением закачных скважин на ее контуре, выделяются прямоугольные и шестиугольные.

7.2.13 По количеству закачных скважин, расположенных на контуре ячейки и обеспечивающих работу одной откачной скважины, выделяются ячейки с двумя, тремя, четырьмя, шестью, восемью и т.д. скважинами.

7.2.14 По соотношению межрядных расстояний и расстояний между скважинами в закачных и откачных рядах прямоугольные ячейки создают множество модификаций.

7.2.15 По форме, количеству закачных скважин на контуре и соотношению межрядных и межскважинных расстояний на одном месторождении выделяются однотипные и разнотипные ячейки.

7.2.16 По вскрытию продуктивного горизонта фильтрами технологических скважин выделяются:

- совершенные – при установке фильтра на всю мощность горизонта;
- несовершенные – при установке фильтра на часть мощности горизонта.

7.2.17 Форма, соотношение межрядных и межскважинных расстояний, площадь ячейки и интервал установки фильтров в разрезе продуктивного горизонта являются технологическими параметрами системы разработки оптимизируемыми в процессе проектирования.

7.2.18 Порядок ввода, эксплуатации и вывода из работы технологических скважин определяет гидродинамический режим отработки.

7.2.19 В зависимости от режима работы технологических скважин в период эксплуатации выделяются системы разработки с постоянным и переменным режимом работы скважин.

7.2.20 По назначению технологических скважин в процессе их эксплуатации выделяются системы разработки с неизменным и изменяющимся назначением одних и тех же скважин.

7.2.21 Вид концентрации реагентов и объемы их подачи в пласт в период закисления, эксплуатации и доработки выемочных единиц являются параметрами технологического режима отработки, оптимизируемыми в процессе проектирования.

7.2.22 Морфологическое многообразие рудных тел, различные геотехнологические свойства руд и вмещающих пород, геохимические и гидрогеологические особенности продуктивных горизонтов вызывают необходимость дифференцированного подхода при выборе систем разработки и их обязательного обоснования опытными или опытно-промышленными работами в каждом конкретном случае.

### **7.3 Выбор системы разработки месторождения**

7.3.1 Выбор системы разработки месторождения (его части, залежи, блока) производить по конкурирующим вариантам с заданными параметрами, выбираемыми с учетом геолого-гидрогеологических условий и технических возможностей эксплуатации месторождения.

7.3.2 Основанием для сопоставления систем разработки являются основные геотехнологические показатели, характеризующие результаты отработки месторождения по конкурирующим вариантам.

7.3.3 Оптимальный (проектный) вариант системы разработки устанавливать по результатам прогнозных расчетов основных геотехнологических показателей

или моделирования отработки по каждому конкурирующему варианту и их технико-экономическому сопоставлению.

7.3.4 Оптимизацию систем разработки месторождения осуществлять в последовательности включающей:

- типизацию природных условий месторождения, его районирования по выделенным типам;
- обоснование модели процесса выщелачивания на месторождении и ее адаптация фактическим результатам отработки опытных (опытно-промышленных) участков СПВ;
- прогнозирование основных геотехнологических показателей для вариантов систем отработки в каждом из выделенных схематизированных природных условий;
- технико-экономическое сопоставление и выбор оптимальных вариантов систем в каждом из выделенных типов природных условий.

7.3.5 Типизацию природных условий месторождения осуществлять с выделением по площади однородных участков по следующим параметрам:

- геометрические размеры оконтуренных рудных тел в плане;
- морфология рудных тел;
- положение рудных тел в разрезе продуктивного горизонта;
- соотношение мощности рудных и безрудных отложений в продуктивном горизонте.

7.3.6 Обоснование модели процесса выщелачивания осуществлять с учетом в ней природных параметров системы разработки на месторождении, а также особенностей процесса, влияющих на формирование геотехнологических показателей (мерности потока, анизотропии, неравномерности расхода по длине фильтра и т.д.).

7.3.7 Адаптацию модели осуществлять прямым прогнозом работы опытного (опытно-промышленного) участка СПВ, сопоставлением прогнозных и фактических геотехнологических показателей отработки и корректировкой модели до их сходимости в пределах точности инженерных расчетов (ошибка сопоставления до 10-15%).

7.3.8 Прогнозирование основных геотехнологических показателей осуществлять для краевых и замкнутых типовых эксплуатационных ячеек для каждой из рассматриваемых систем на основании модели процесса выщелачивания, отражающей особенности гидродинамической структуры и параметров фильтрационного потока, которые возникают под воздействием системы разработки и кинетических закономерностей перехода урана из руды в раствор.

7.3.9 Геотехнологические показатели варианта системы разработки, выбранного по конкурирующим вариантам, определить как средневзвешенные значения показателей отработки краевых и замкнутых эксплуатационных ячеек.

7.3.10 Оптимизацию систем разработки при технико-экономическом сопоставлении осуществлять, определяя:

- оптимальное время работы системы разработки с учетом однозначности взаимосвязей показателей (уровня извлечения, минимально-промышленного содержания урана в ПР, расхода реагента) при сопоставлении показателей на последовательные моменты времени по каждому варианту;
- оптимальный вариант системы разработки сопоставлением вариантов с оптимальными показателями отработки.

7.3.11 Техничко-экономическое сопоставление и выбор оптимальных вариантов систем разработки осуществлять сравнением экономических показателей, характеризующих ряды дискретных значений технологических параметров систем, на основе использования экономико-математического моделирования.

7.3.12 Экономико-математическую модель отдельных производственных процессов и предприятия СПВ в целом строить на основании установления взаимосвязи между экономическими показателями и параметрами системы разработки. При этом сама модель должна представлять собой отображение этих взаимосвязей в виде системы математических и логических зависимостей.

7.3.13 Определение оптимальных вариантов систем разработки решается как методом вариантов, так и аналитическим методом и представляется как взаимосвязанная последовательность задач, решаемых многовариантно с помощью ЭВМ на основе линейного программирования.

7.3.14 Выбор оптимальных значений подсистем осуществлять на принципе критерия, характеризующего всю совокупность системы. Это позволяет изучить



влияние различных конкретных решений на технико-экономические показатели деятельности предприятия СПВ как единого целого, а также взаимное влияние параметров различных процессов.

7.3.15 Решение выбора оптимальных вариантов систем разработки производить с учетом «Нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к добыче запасов урана при разработке месторождений методом СПВ».

## **7.4 Порядок отработки месторождения**

7.4.1 Общий порядок отработки месторождения устанавливать по совокупности экономических, геолого-гидрогеологических и геотехнологических условий с учетом заданной производительности предприятия по добыче урана и актом выбора промышленной площадки для УППР.

7.4.2 Порядок отработки должен обеспечивать:

- равномерный ввод участков СПВ в отработку;
- оптимальные условия для проведения мероприятий по охране окружающей среды с целью исключения растекания технологических растворов за пределы рудных залежей;
- одновременную эксплуатацию участков СПВ с различной продуктивностью с целью получения заданного постоянного уровня содержания урана в растворах на протяжении всего срока службы предприятия.

7.4.3 Предусмотреть первоочередной порядок отработки участков месторождения:

- обеспечивающих добычу урана с минимальными капитальными затратами;
- изученных с наибольшей детальностью;
- находящихся в состоянии интенсивной срезки уровня подземных вод продуктивного горизонта;
- обеспечивающих охрану горных выработок шахт и карьеров от загрязнения технологическими растворами при комплексной отработке месторождения;
- с наиболее продолжительным сроком отработки.

7.4.4 Порядок отработки месторождения должен исключать перетоки технологических растворов через отработанные площади.

## **7.5 Календарный план добычных работ**

7.5.1 Календарным планом определять сроки и уровень добычи по этапам:

- развитие предприятия;
- работа на полную проектную производительность;
- доработка запасов (затухание добычных работ).

В этап развития включать опытно-промышленные работы по освоению запроектированной технологии СПВ.

7.5.2 В календарный план включать следующие показатели:

- объем бурения разведочных, откачных, закачных, наблюдательных, контрольных скважин;
- добыча урана в ПР, извлекаемого на смолу, в готовой продукции предприятия;
- объем технологических растворов – закисляющих (возвратных), ПР (РР);
- среднее содержание урана в ПР;
- расход реагентов на закисление горнорудной массы и выщелачивание урана из руды;
- технологические скважины – ввод и количество в одновременной работе.

7.5.3 Календарным планом предусматривать последовательный циклический ввод блоков СПВ в эксплуатацию до достижения и последующего поддержания проектной производительности на запланированный срок.

7.5.4 В проекте исходить из того, что предприятие может сдаваться в эксплуатацию лишь после окончания строительства пускового комплекса поверхностных сооружений, объектов промсанитарии и соцкультбыта, буровых скважин, обеспечивающих добычу урана в количествах, определенных для первой очереди строительства.

## 7.6 Основные технико-экономические показатели добычи

7.6.1 Расчет основных геотехнологических показателей производить на основании исходных данных, разработанных пользователем недр с привлечением научно-исследовательских отчетов, моделированием процесса выщелачивания и других документов, детализирующих исходные данные в соответствии с «Перечнем исходных данных и материалов для проектирования геотехнологических предприятий СПВ на базе гидрогенных месторождений пластового типа».

7.6.2 Расчет основных геотехнологических показателей производить в зависимости от детальности исходных данных:

- без учета изменения геотехнологических показателей во времени и влияния на них технических и технологических параметров системы разработки на стадиях ТЭС, ТЭР, ТЭО кондиций;

- с учетом изменений геотехнологических показателей во времени и влияния на них технических и технологических параметров системы разработки на последующих стадиях проектирования и проектирования опытных (опытно-промышленных) участков СПВ.

7.6.3 В качестве основных геотехнологических показателей при их расчете без учета изменения во времени и влияния параметров системы разработки рассматривать:

- общий объем растворов необходимый для достижения заданного извлечения урана в раствор, в том числе объем растворов на закисление горнорудной массы;

- общее количество рабочих реагентов необходимое для отработки месторождения до заданного уровня извлечения урана в раствор, в том числе рабочие реагенты на закисление горнорудной массы;

- среднее содержание урана в ПР за время отработки до заданного уровня извлечения урана в раствор;

- время отработки одной эксплуатационной ячейки СПВ до заданного уровня извлечения урана в раствор, в том числе время на закисление горнорудной массы;

– количество откачных скважин для отработки месторождения (его части, залежи, блока), в том числе в одновременной работе при проектной производительности предприятия.

7.6.4 Общий объем растворов ( $V_o$ ), который требуется для проработки горнорудной массы до заданного уровня извлечения урана в раствор, определять по формуле (5):

$$V_o = Q_{\text{э}} \cdot f_o, \text{ м}^3 \quad (5)$$

где:  $Q_{\text{э}}$  - эксплуатационные запасы руды в недрах (горнорудная масса), т;

$f_o$  - отношение массы раствора к горнорудной массе при заданной величине извлечения урана за общее время отработки месторождения, его части, залежи, блока (коэффициент Ж:Т отработки),  $\text{м}^3/\text{т}$ .

7.6.5 Объем закисляющих ( $V_3$ ) и ПР ( $V_{\text{П}}$ ) определять по формулам (6) и (7):

$$V_3 = Q_{\text{э}} \cdot f_3, \text{ м}^3 \quad (6)$$

$$V_{\text{П}} = Q_{\text{э}} \cdot f_B, \text{ м}^3 \quad (7)$$

где:  $f_3$  - отношение массы раствора к горнорудной массе за время

закисления горнорудной массы месторождения, его части, залежи, блока (коэффициент Ж:Т закисления),  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$f_B$  - отношение массы раствора к горнорудной массе при заданной величине извлечения урана за время выщелачивания урана из руды месторождения, его части, залежи, блока (коэффициент Ж:Т выщелачивания),  $\text{м}^3/\text{т}$ .

7.6.6 Исходя из технологической целесообразности, и учитывая вопросы охраны недр, проектирование подземного комплекса предприятий СПВ выполнять при условии равенства объемов растворов закаченных в продуктивный горизонт (закисляющие и ПР) и откаченных из него (возвратные и ПР) по рядам блокам и участкам СПВ.

7.6.7 Общее количество рабочих реагентов, необходимое для отработки месторождения (его части, залежи, блока), определяется исходя из величины реагентоемкости на единицу горнорудной массы принятой по результатам

опытных работ и утвержденной в составе исходных данных для проектирования, или как сумма произведений объемов закисляющих и РР и концентраций рабочих реагентов в них.

7.6.8 Среднее содержание урана ( $C_{cp.}$ ) в ПР по месторождению (его части, залежи, блока) определять по формуле (8):

$$C_{cp.} = \frac{P_{э.п.}}{V_{\Pi}} \cdot 10^6, \text{ мг/л} \quad (8)$$

где:  $P_{э.п.}$  - эксплуатационные запасы урана, извлекаемые в ПР, т;

7.6.9 Годовая проектная производительность по ПР ( $V_{\Pi}^r$ ) определяется по формуле (9):

$$V_{\Pi}^r = \frac{P_{э.п.}^2}{C_{cp.}} \cdot 10^6, \text{ м}^3 \quad (9)$$

где:  $P_{э.п.}^2$  - годовая проектная производительность по эксплуатационным запасам урана, извлекаемым в ПР, т;

7.6.10 Время отработки ( $t_{отр.}$ ) одной эксплуатационной ячейки определяется по формуле (10):

$$t_{отр.} = \frac{S_{я} \cdot M_{э} \cdot \gamma_n \cdot f_0}{q_0}, \text{ сутки} \quad (10)$$

где:  $S_{я}$  - эксплуатационная площадь одной эксплуатационной ячейки, обрабатываемая одной откачной скважиной,  $\text{м}^2$ ;  
 $q_0$  - производительность одной откачной скважины,  $\text{м}^3/\text{сутки}$ .

7.6.11 Время закисления ( $t_{зак.}$ ) горнорудной массы одной эксплуатационной ячейки определяется по формуле (11):

$$t_{зак.} = \frac{S_{я} \cdot M_{э} \cdot \gamma_n \cdot f_3}{q_0}, \text{ сутки} \quad (11)$$

7.6.12 Производительность одной откачной скважины устанавливать с учетом схемы вскрытия, конкретных геолого-гидрогеологических условий месторождения (его части, залежи, блока) путем анализа фактических дебитов, полученных на опытных участках в процессе геологоразведочных и опытно-промышленных работ, а также с учетом существующих в настоящее время

технических средств и возможностей по оборудованию технологических скважин и раствороподъемных средств.

7.6.13 Количество одновременно работающих откачных скважин ( $n_{отк.}$ ) определять по формуле (12):

$$n_{отк.} = \frac{V_{\Pi}^r}{q_0 \cdot 340}, \text{ штук} \quad (12)$$

где: 340 – количество дней работы оборудования в год.

7.6.14 Общее количество откачных скважин ( $N_{отк.}$ ), которое необходимо для отработки месторождения (его части, залежи, блока) определяется по формуле (12):

$$N_{отк.} = \frac{S_{\text{э}}}{S_{\text{я}}}, \text{ штук} \quad (13)$$

7.6.15 В зависимости от схемы вскрытия (расположения откачных и закачных скважин) меняется количество и производительность закачных скважин, оконтуривающих площадь эксплуатационной ячейки.

7.6.16 Понижение или повышение динамического уровня растворов в технологических скважинах при любых схемах вскрытия определяется для одной эксплуатационной ячейки, работа которой с гидродинамических позиций находится в наихудших условиях и рассчитывается по общепринятым формулам гидрогеодинамики.

7.6.17 В качестве основных геотехнологических показателей при расчете с учетом изменения во времени и влиянии на них параметров системы разработки рассматривать зависимости изменения во времени:

- концентрация урана в ПР;
- извлечение урана в раствор;
- удельный расход реагента.

7.6.18 Расчет изменения основных геотехнологических показателей во времени осуществлять в последовательности, включающей:

- построение гидродинамической модели фильтрационного потока с учетом граничных условий и параметров области фильтрации и дифференциации ее на единичные фрагменты трубки (ленты) тока;

- определение по каждому фрагменту эксплуатационных запасов урана и кинетики перехода урана из руды в раствор;
- расчет основных геотехнологических показателей в последовательные моменты времени до уровня извлечения 90-95%.

## **7.7 Контроль и опробование добычного процесса**

7.7.1 Для создания на месторождении систем контроля, наблюдения и управления процессом СПВ предусмотреть проведение комплекса геолого-геофизических работ.

7.7.2 Контроль за процессом СПВ обеспечивать опробованием керна, геофизическими исследованиями в скважинах, режимными гидрогеологическими наблюдениями и исследованиями ПР.

7.7.3 По данным контроля и опробования принимать решения об управлении параметрами работы полигона СПВ: изменение дебитов скважин, увеличение (уменьшение) кислотности РР, сроков ввода в отработку новых эксплуатационных блоков ПВ и другие.

7.7.4 Пункты опробования и их периодичность наблюдений и опробования определять согласно Отраслевому стандарту «Охрана природы. Гидросфера. Контроль состояния вод при подземном выщелачивании. Требования к расположению и опробованию пунктов контроля» ОСТ 95 10116-85, утвержденному приказом Министерства среднего машиностроения от 26.05.1985г. №266 [14], руководствуясь таблицей 7.1.

Т а б л и ц а 7.1 - периодичность наблюдений и опробования полигонов СПВ

## Периодичность в сутках

Пункты опробования	Режимные наблюдения				Гидрохимическое опробование												Контроль технического состояния скважин						
					Закисление				Выщелачивание				Довыщелачивание				Геофизический		Содерж. твёрдых взвесей		Глубина скважин (до песка)		
	Время работы скважин	Дебит (расход)	Глубина уровня		Me pH Eh SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup> ΣFe	Сокр. химич. анализ	Полный химич. анализ	Me pH Eh SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup> ΣFe	Сокр. химич. анализ	Полный химич. анализ	Me pH Eh SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup> ΣFe	Сокр. химич. анализ	Полный химич. анализ	Целостность обсадных колонн		Работа фильтра	в насосных скв.		в эрлифтных скв.	
			Динамич.	При остановках													неметаллических	металлических					
1. СКВАЖИНЫ																							
1.1. Откачные	ежесм.	ежедн.	30	-	7	30	30	90	7	30	180	360	7	30	180	360	90	180	90	10	10	90	
1.2. Закачные	ежесм.	ежедн.	30	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	90	90	-	-	30	
1.3. Наблюдательные																							
1.3.1. На рудный горизонт	-	-	30/A1	90/A2	30	30	30	90	30	30	180	360	30	-	180	360	-	-	-	-	-	30	
1.3.2. На смежный горизонт	-	-	30/A1	90/A2	30	-	-	90	30	-	-	360	-	-	-	360	-	-	-	-	-	30	
1.3.3. Законтурные	-	-	-	90/A1, A2	-	-	-	90	30	-	-	360	30	-	-	360	-	-	-	-	-	90	
2. КОЛЛЕКТОРЫ																							
2.1. Откачных растворов	ежесм.	A1, A3	-	-	ежедн.	30	-	-	ежедн.	7	-	-	ежедн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.2. Закачных растворов	ежесм.	A1, A3	-	-	ежедн.	-	-	-	ежедн.	7	-	-	ежедн.	-	-	-	-	-	-	-	10	10	

Примечания—Ежемесячные замеры глубины динамического уровня производятся лишь в тех откачных скважинах, которые оборудованы специальными замерными устройствами; Знаки “A1”, “A2” и “A3” означают, что наблюдения (замеры) могут осуществляться автоматически с непрерывной записью (A1), по запросу с пульта (A2) и с суммированием по счётчику (A3); Наблюдения в скважинах, указанные в гр.3, 4, 5, 18, 19, 20, 21, 22 и 23, производятся также при ухудшении работы скважин; Скважины, в которых обнаружены нарушения целостности обсадных колонн, но нет утечек растворов, контролируются геофизическими методами ежемесячно; Измерение pH и Eh в коллекторах откачных растворов (на блок) может осуществляться автоматически, с записью и индикацией по запросу с пульта.



7.7.5 Учёт объёмов откачных и закачных растворов производить посредством измерения дебитов откачных и расходов закачных скважин, учёта времени их работы, а также фиксации расходов закачных и откачных растворов в коллекторах по рядам и блокам.

7.7.6 Гидрохимическое опробование технологических растворов и пластовой воды необходимо производить для учёта добычи урана и затрат выщелачивающего реагента, своевременного подключения откачных скважин к коллектору ПР или выводу их из эксплуатации, контроля качества откачных и закачных растворов, контроля гидрохимических условий процесса ПВ, контроля состояния подземных вод продуктивного и водоносного горизонта за контуром отработки, а также смежных горизонтов.

7.7.7 Порядок отбора, транспортировки и хранения проб регламентируется специальными инструкциями. При этом отбору проб из наблюдательных и неработающих технологических скважин должна предшествовать откачка застоявшегося раствора (1,5-2 объёма заполненной жидкостью части эксплуатационной колонны). Особое внимание должно уделяться консервации отобранных проб с целью предотвратить окисление или распад неустойчивых компонентов раствора или пластовой воды.

7.7.8 Наблюдения за уровнем подземных вод в скважинах проводить для контроля за положением и размерами пьезометрической поверхности, а также за техническим состоянием скважин и отсутствием гидравлической связи между продуктивными и смежными водоносными горизонтами.

7.7.9 Наблюдения за глубиной скважины проводить для контроля за степенью открытости фильтра и за техническим состоянием скважины.

7.7.10 Отбор проб растворов на содержание механических примесей (твёрдых взвесей) производить с целью: контроля качества очистки растворов, подаваемых в закачные скважины, контроля технического состояния откачных скважин, контроля условий эксплуатации погружных насосов.

## **7.8 Рекультивация и ликвидация добычных полигонов**

7.8.1 Рудные залежи месторождения после погашения запасов подлежат рекультивации и ликвидации.

7.8.2 Рекультивация и ликвидация должны осуществляться по отдельным проектам с согласованием и утверждением в государственных надзорных органах.

7.8.3 Проекты рекультивации и ликвидации должны соответствовать требованиям следующих документов

- «Инструкции о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов» РД 08-492 – 02 [15];
- «Инструкции о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами» РД 07-291 – 99 [16];
- «Норм радиационной безопасности» НРБ-99/2009 [17];
- «Санитарных норм и правил проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд» СНП ПВ –92 [18];
- «Санитарных правил ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд» СП ЛКП –91 [19];
- «Санитарных правил создания, эксплуатации и ликвидации геотехнологических предприятий подземного выщелачивания на базе гидрогенных месторождений пластового типа» СП ПВ-89 [20].

7.8.4 В обязательном порядке производить выборочное контрольное бурение с комплексом гидрогеологических и геофизических исследований после завершения отработки на залежи и эксплуатационном блоке:

- для подтверждения полноты отработки участка;
- для выделения площадей с сохранившимися в недрах ПР;
- для определения степени заражённости водоносных горизонтов кислыми растворами и ураном;
- для изучения процесса естественного раскисления подземных вод;
- для определения степени загрязнения водоносных горизонтов за пределами участка под влиянием естественного потока подземных вод.

7.8.5 При проектировании рекультивации земной поверхности определять рудные площади, количество технологических скважин. При проектировании должны предусмотреть сбор и захоронение загрязненного защитного гравийного слоя, расположенного вокруг технологических скважин, вдоль технологических трубопроводов и вокруг насосных перекачных станций, а также рекультивацию емкостей – сборников растворов.

## 8 Буровые работы

### 8.1 Основные термины и определения

8.1.1 По своему назначению и составу выполняемых функций буровые скважины, используемые при отработке месторождений СПВ, подразделяются на эксплуатационные и вспомогательные скважины.

8.1.2 К эксплуатационным скважинам относятся скважины, которые используются для поддержания запроектированного геотехнологического режима подземного выщелачивания:

- откачные;
- закачные;
- универсальные;
- наблюдательные.

Откачные и закачные скважины по признаку использования в процессе отработки запасов объединяются в группу технологических. Универсальные скважины предназначены для вскрытия рудных тел и ведения процесса добычи при реверсировании потока технологических растворов с изменением назначения технологических скважин.

8.1.3 К вспомогательным скважинам относятся:

- ограничивающие движение технологических растворов в пласте;
- анкерные;
- разведочные.

По признаку использования в процессе отработки запасов большая часть вспомогательных скважин относится к группе подготовительных.

8.1.4 К скважинам ограничивающие движение технологических растворов относятся:

- скважины для изменения коллекторских свойств пласта;
- скважины для создания механических завес (экранов);
- скважины для создания гидравлических завес.

Скважины для изменения коллекторских свойств пласта предназначены для повышения фильтрационной способности породы в процессе выщелачивания. Через них может осуществляться предварительная промывка пласта, его рыхление, обжиг породы, воздействие на породу ультразвуком и т.д.

Механические завесы образуют путем выполнения вертикальных, наклонных или горизонтальных трещин гидроразрыва или гидроразмыва и заполнения этих трещин твердеющим материалом – цементом, глиной и т.п.

Гидравлические завесы (горизонтальные и вертикальные) создаются с использованием инертной жидкости, чаще – пластовой воды.

8.1.5 Анкерные скважины применяют только в тех условиях, когда требуется закрепить участок кровли продуктивного горизонта при сооружении откачных бесфильтровых скважин.

8.1.6 Разведочные скважины применяют для уточнения запасов полезного ископаемого, определения формы рудных тел в плане и разрезе, изучения свойств горных пород в разрезе месторождения.

По стадиям разведочного процесса скважины подразделяются на:

- скважины предварительной и детальной разведок;
- эксплуатационно-разведочные скважины;
- контрольные скважины.

## **8.2 Проектирование буровых скважин**

8.2.1 Количество технологических буровых скважин определяется принятой схемой вскрытия и технологическими параметрами выщелачивания.

Количество резервных технологических, наблюдательных, эксплуатационно-разведочных и контрольных скважин определяется проектом из расчета 5-10% (по каждому типу) от количества технологических скважин.

На опытных участках предусматривается сооружение резервных скважин в количестве 10-25% от количества технологических скважин.

8.2.2 При проектировании эксплуатационных скважин следует руководствоваться Химико-технологической схемой обработки (кислотная, карбонатная и др.) месторождения.

8.2.3 Проектирование конструкций скважин производится на основе исходных данных, которые определяются на стадиях разведочных и опытно-промышленных работ.

Необходимые исходные данные и определяемые по ним конструктивные элементы скважин приводятся в таблице 8.1.

Т а б л и ц а 8.1 – горнотехнические условия

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Глубина залегания кровли продуктивного горизонта	м	
Глубина залегания подошвы продуктивного горизонта	м	
Мощность продуктивного горизонта	м	
Мощность руды общая	м	
Глубина залегания подошвы руды	м	
Мощность водоупорных пород выше кровли продуктивного горизонта	м	
Мощность водоупорных пород ниже подошвы продуктивного горизонта	м	
Глубина статического уровня подземных вод продуктивного горизонта	м	
Коэффициент фильтрации руды	м/сут.	
Химический состав воды продуктивного водоносного горизонта		
Минерализация воды продуктивного водоносного горизонта	мг/л	
Глубина залегания нижней границы многолетнемерзлых пород	м	
Средняя глубина залегания смежных с продуктивным горизонтом водоносных пород	м	
Средняя мощность смежных с продуктивным горизонтом водоносных пород	м	
Глубина бурения скважины	м	
Интервал установки фильтра в разрезе продуктивного горизонта	м	
Длина фильтра	м	

## Окончание таблицы 8.1

Скважность фильтра	%	не менее 25
Соотношение откачных и закачных скважин		
Производительность откачной скважины	м <sup>3</sup> /ч	
Приемистость закачной скважины	м <sup>3</sup> /ч	
Категория пород по буримости		

По соотношению откачных и закачных скважин, глубине залегания кровли и подошвы продуктивного горизонта определяются глубина скважины и объемы буровых работ, влияющие на тип и количество буровых установок.

Мощность продуктивного горизонта и рудных тел, размещение рудных тел в разрезе продуктивного горизонта определяют длину фильтра и место его расположения в продуктивном горизонте.

Физико-механические свойства пород по разрезу, наличие водоносных пород и водоупоров определяют режим бурения, методы крепления скважин и гидроизоляцию водоносных пород.

Фильтрационные свойства и напор пластовых вод продуктивного горизонта определяют технологию вскрытия пласта, конструкцию фильтра и характеристику раствороподъемных средств.

Химический состав и концентрация ВР определяют материал фильтра, труб эксплуатационной колонны и изоляционных материалов.

8.2.4 В случаях, когда возможно применение нескольких вариантов конструкций скважин, установление наиболее рациональной производить на основе технико-экономических расчетов.

8.2.5 Производить проектирование календарного плана с объемами бурения отдельно по типам скважин и их назначению (универсальные, откачные, закачные, наблюдательные, контрольные и разведочные и др.).

### 8.3 Технология сооружения скважин

8.3.1 Технология сооружения эксплуатационных скважин выполняется с учетом «Единых норм и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е14. Бурение скважин на воду», утвержденных приказом Госстроя СССР от 05.12.1986г. № 43/512/29-50 [21].

8.3.2 Выбор способа бурения скважин производится исходя из физико-механических свойств пород. Выбор буровой установки производится по горно-геологическим условиям.

Категория пород по буримости (крепости) определяется в соответствии со способом бурения.

8.3.3 Вскрытие месторождения осуществляется вертикальными и наклонными скважинами.

Зависимость наклона скважин от сети их расположения и глубины залегания продуктивного горизонта приведены в таблице 8.2. Применение данных таблицы 8.2 возможно при обязательном соблюдении расчетного расстояния между фильтрами откачных и закачных скважин.

Т а б л и ц а 8.2 – величина наклона скважин

Расстояние между рядами скважин, м	Глубина залегания продуктивного горизонта, м							
	150	200	250	300	350	400	500	600
30	11° 15'	8° 35'	6° 50'	5° 45'	4° 55'	4° 15'	3° 25'	2° 55'
50	18° 25'	14° 05'	11° 15'	9° 30'	8° 05'	7° 05'	5° 45'	4° 45'
60	21° 50'	16° 40'	13° 30'	11° 15'	9° 45'	8° 35'	6° 50'	5° 41'
75	26° 30'	20° 35'	16° 45'	14° 05'	12° 15'	10° 35'	7° 35'	7° 05'
100	33° 40'	26° 30'	21° 45'	18° 25'	16° 55'	14° 05'	10° 10'	9° 25'

8.3.4 Бурение вертикальных и наклонных скважин осуществляются вращательным (ударно-вращательным) способом с очисткой забоя очистным реагентом (сжатый воздух, газожидкостная смесь, глинистый раствор и др.).

Режимы бурения выбираются в зависимости от крепости пород и диаметра скважины.

8.3.5 Технические (обсадные) трубы используются только для закрепления скважины с неустойчивыми породами и защиты эксплуатационных неметаллических колонн от внешних сминающих нагрузок.

8.3.6 Для эксплуатационных колонн и фильтров применяются материалы стойкие к агрессивным средам – технологическим растворам и растворам, используемым при восстановлении скважин (полиэтилен, металлопласт, стеклопластик и др.).

8.3.7 При проектировании фильтров буровых скважин необходимо руководствоваться техническими условиями на их изготовление.

Размеры отверстий фильтров определяются по гранулометрическому составу пород продуктивного горизонта или гравийно-песчаной обсыпки фильтровой части скважин.

Фильтры не применяются в крепких устойчивых породах и при сооружении бесфильтровых скважин, где раствороподъемной частью скважины является воронкообразная полость, выполненная в продуктивном пласте.

8.3.8 При перевозке неметаллических труб руководствоваться Инструкциями по хранению и транспортировке неметаллических труб.

8.3.9 В качестве основного тампонажного материала применять цемент сульфатостойкий по ГОСТ 1581-96.

Для условий, где подземные воды не пригодны для хозяйственно-питьевых нужд, для цементации эксплуатационных скважин предусмотреть гель-цемент.

8.3.10 Обсадные и эксплуатационные колонны, материал которых имеет плотность меньше единицы, опускаются в скважину с применением стационарных или съемных утяжелителей.

Вес утяжелителя ( $P$ ) определять по формуле (14):

$$P = 0,06 \cdot L_k \cdot \rho \cdot k, \text{ кг} \quad (14)$$

где:  $L_k$  - длина спускаемой колонны, м;

$\rho$  - вес 1 погонного метра колонны, кг;

$k$  - экспериментальный коэффициент, зависящий от плотности раствора

( $\varphi$ ) в скважине приведен в таблице 8.3.

Т а б л и ц а 8.3 – экспериментальная зависимость

$k$	1	2	3	4	5
$\varphi$	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20

8.3.11 Трубы обсадных и эксплуатационных колонн соединяют между собой при помощи резьбовых соединений или сварки для полиэтиленовых труб.

8.3.12 После сооружения скважины подлежат освоению для обеспечения их работоспособности.



Освоению не подлежат разведочные, контрольные, анкерные скважины.

8.3.13 Освоение скважин должно включать следующие технологические операции:

- промывку скважины чистой водой до полного выноса механических взвесей из зоны фильтра;
- создание депрессии на пласт с целью обрушения глинистой корки со стенок скважины в прифильтровой зоне в результате прокачки. Прокачка производится эрлифтом с применением компрессора высокого давления. Прокачка считается завершенной, если в течении 15 минут после запуска компрессора откачиваемые растворы осветляются.
- применение специальных методов, включающих в себя последовательную обработку водными растворами ПАВ и кислотами, промывку и прокачку скважин, для обработки фильтров с целью увеличения прифильтровой зоны скважины;
- прокачку скважины эрлифтом до получения производительности, превышающей проектную производительность скважины в 1,5-2 раза;
- опытные наливов в закачные скважины для определения их приемистости. Приемистость не должна быть ниже ее проектной производительности.

## 8.4 Буровое и вспомогательное оборудование

8.4.1 Выбор бурового и вспомогательного оборудования производить исходя из объемов работ, конструкций скважин, руководствуясь ГОСТ 12.2.108-85, ГОСТ 12.2.232-2012, ГОСТ 12.2.088-83.

8.4.2 Состав основного и вспомогательного оборудования для обеспечения буровых работ приведен в таблице 8.4.

Т а б л и ц а 8.4 – перечень оборудования

Наименование оборудования	Виды работ, на которых используется оборудование
Буровая установка	Бурение и сооружение скважин
Каротажная станция	Геофизические исследования в скважинах
Глиномешалка	Приготовление промывочных растворов

## Окончание таблицы 8.4

Цементировочный агрегат	Проведение изоляционных работ в скважине
Цементосмесительная машина	Приготовление тампонажных растворов
Автомобильный кран	Погрузка и монтаж бурового оборудования
Монтажно-ремонтный агрегат	Освоение и ремонт скважин
Экскаватор	Рытье зумфов для бурения скважин
Бульдозер	Планировка местности и перетаскивание буровых установок
Автоцистерна	Снабжение буровых установок промывочной жидкостью
Автомобиль бортовой	Перевозки бурового оборудования, инструментов и материалов
Передвижной компрессор	Освоение и очистка скважин
Сварочные агрегаты	Соединение металлических и полиэтиленовых труб
Станок для резки полиэтиленовых труб	Резка и торцовка полиэтиленовых труб

8.4.3 Необходимое количество буровых установок определяется исходя из графика буровых работ по годовому объему бурения и производительности одной установки в месяц или год.

Необходимое количество буровых установок ( $B$ ) определяют по формуле (15):

$$B = \frac{n_1 \cdot e_1 + n_2 \cdot e_2 + \dots + n_n \cdot e_n}{m \cdot a}, \text{ штук} \quad (15)$$

где:  $n_1 + n_2 + \dots + n_n$  - количество скважин различного назначения пробуренных за год, штук;

$e_1 + e_2 + \dots + e_n$  - затраты машиномен на бурение скважин различного назначения (определяется по фактическим данным предприятия с учетом резерва на ремонт);

$m$  - количество рабочих смен в сутки;

$a$  - количество рабочих дней в году.

8.4.4 Необходимое количество автоцистерн ( $A$ ) для доставки промывочной жидкости определяется по формуле (16):

$$A = \frac{N_{\sigma}^2 \cdot h \cdot q_{\text{гл}} \cdot \left(\frac{2 \cdot l}{v} + 2 \cdot t\right)}{m \cdot a \cdot t_c \cdot W}, \text{ штук} \quad (16)$$

где:  $N_{\sigma}^2$  - общее количество всех видов скважин пробуренных за год, штук;

$h$  - средняя глубина скважины, м;

$q_{\text{гл}}$  - удельный расход глинистого раствора на бурение скважин, м<sup>3</sup>/пог.м;

$l$  - расстояние от глинстанции до участка работ, м;

$v$  - скорость движения автоцистерны, км/час;

$2 \cdot t$  - время наполнения и опорожнения цистерны, час;

$t_c$  - время работы одной смены с учетом резерва на ремонт, час;

$W$  - емкость автоцистерны, м<sup>3</sup>.

8.4.5 Необходимое количество глиномешалок ( $\Gamma$ ) для приготовления промывочной жидкости определяется по формуле (17):

$$\Gamma = \frac{N_{\sigma}^2 \cdot h \cdot q_{\text{гл}}}{m \cdot a \cdot q_1 \cdot t_1}, \text{ штук} \quad (17)$$

где:  $q_1$  - производительность глиномешалки, м<sup>3</sup>/час;

$t_1$  - время работы глиномешалки в сутки с учетом резерва на ремонт, час.

8.4.6 Количество компрессоров зависит от времени освоения одной скважины. В различных горно-геологических условиях время на освоение одной скважины колеблется от нескольких часов до двух суток.

Кроме того, компрессор в течение месяца на одни сутки используется на ремонтно-восстановительных работах в скважинах для восстановления производительности (приемистости).

Необходимое количество компрессоров ( $K$ ) для освоения и ремонта скважин определяется по формуле (18):

$$K = \frac{N_{\sigma}^2 \cdot 2(3)}{340}, \text{ штук} \quad (18)$$

где:  $N_c^e$  - количество сооружаемых скважин в год, штук;

2 (3) – количество дней для освоения и ремонта одной скважины

(определяется по фактическим данным предприятия с учетом резерва на ремонт);

340 – количество дней работы оборудования в год.

8.4.7 Необходимое количество цементируемых агрегатов и цементно-смесительных машин определяется исходя из времени цементирования одной скважины и количества сооружаемых скважин в год.

8.4.8 Сварочный агрегат для сварки труб вертикальных трубопроводов должен быть в комплекте на каждой буровой установке.

8.4.9 Остальное оборудование (автокран, экскаватор и др.) принимается в количестве по одному на участок, а бульдозер – один на три буровые установки.

8.4.10 Характеристику нестандартного вспомогательного оборудования (цементирующие устройства, утяжелители, буровой инструмент) определять с использованием передового опыта предприятий.

## **8.5 Оголовки скважин**

8.5.1 Устьевая часть технологических скважин должна быть оборудована оголовками для предупреждения попадания в скважину инородных предметов и разлива на поверхность технологических растворов.

8.5.2 Оголовок в откачной скважине при насосной эксплуатации должен быть снабжен задвижкой и манометром. Запуск электронасоса производить при закрытой задвижке.

8.5.3 Оголовок скважины с эрлифтным раствороподъемом должен быть снабжен сепаратором для отделения песка и воздуха, расходомером, а воздухоподающий штуцер – манометром и задвижкой.

8.5.4 Закачные скважины оборудуются герметичными оголовками снабженными расходомерами и задвижками. Оголовки должны выдерживать рабочее давление не ниже 0,5 МПа.

## 8.6. Ремонтно-восстановительные работы в скважинах

8.6.1 Ремонт в скважинах глубиной до 250 м, вышедших из строя в результате аварий, резкого снижения производительности или при нарушении герметичности и целостности эксплуатационных обсадных колонн и затрубной циркуляции технологических растворов, не производится, скважины ликвидируются.

Взамен вышедшим из эксплуатации скважинам сооружаются резервные скважины.

8.6.2 При выходе из строя скважин глубиной свыше 250 м целесообразность проведения ремонтных работ рассматривается в зависимости от конструкций скважин, их назначения и влияния на технологию процесса ПВ.

8.6.3 Восстановление работоспособности технологических скважин осуществляется с целью поддержания их проектной производительности во времени и включают следующие виды работ:

- очистку фильтровой зоны от механических взвесей;
- механическое и физико-механическое воздействие на прифильтровую зону скважин специальными установками;
- декольматацию фильтра и прифильтровой зоны с применением химических растворителей;
- прокачку скважин эрлифтом до получения производительности не ниже проектной.

8.6.4 Контроль состояния скважин производится геофизическими методами и режимными гидрогеологическими наблюдениями.

8.6.5 При проведении работ по ремонту и декольматации технологических скважин предусматривать оборудование участков СПВ стационарными или передвижными емкостями для сбора технологических растворов, с последующей их очисткой и захоронением в специально оборудованных пунктах.

8.6.6 Любой ремонт на скважине проводить в соответствии с утвержденным планом на предприятии.

## 8.7 Безопасность труда

8.7.1 При проектировании буровых работ необходимо устанавливать к буровому оборудованию требования по безопасности труда согласно ГОСТ 12.2.108-85, ГОСТ 12.2.232-2012, ГОСТ 12.2.088-83.

8.7.2 Требования безопасности на конкретные виды оборудования для буровых работ должны устанавливаться в технических условиях на это оборудование по ГОСТ 2.601-2006 с учетом требований «Ведомственных правил безопасности при разработке месторождений урана способами подземного скважинного и кучного выщелачивания», утвержденных ОАО «Атомредметзолото» [8].

8.7.3 При проектировании воздухопроводных сетей и работы с компрессорами для производства буровых работ, освоения и ремонта эксплуатационных скважин мероприятия по безопасности труда должна обеспечиваться с учетом «Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» ПБ 03-581-03 [22] и «Правил промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [23].

При проектировании буровых работ с пневмоприводами устанавливать требования по безопасности труда согласно ГОСТ Р 52869-2007.

8.7.4 При проектировании буровых работ с гидроприводами устанавливать требования по безопасности труда согласно ГОСТ Р 52543-2006.

8.7.5 При проектировании электроснабжения буровых работ необходимо руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» [24] и «Правилами устройства электроустановок» [25].

При проектировании буровых работ с электродвигателями, пускорегулирующей аппаратурой электрокоммуникаций и постами управления оборудованием устанавливать требования по безопасности труда согласно ГОСТ 12.2.007.0-75 ÷ ГОСТ 12.2.007.6-75, ГОСТ 12.2.007.8-75, ГОСТ 12.2.007.9-93, ГОСТ 12.2.007.10-87, ГОСТ 12.2.007.11-75, ГОСТ 12.2.007.12-88, ГОСТ 12.2.007.14-75.

8.7.6 При проектировании, сооружении и эксплуатации буровых скважин вопросы обеспечения безопасности труда должны производиться в соответствии с требованиями «Санитарных норм и правил проектирования, строительства,

эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд» СНП ПВ-92 [18], «Норм радиационной безопасности» НРБ-99/2009 [17], «Методических указаний по обеспечению требований радиационной безопасности при добыче и переработке минерального сырья на предприятиях (организациях) горнорудной и нерудной промышленности, отнесенных к радиационно-опасным производствам» РД 03-151-97 [26].

8.7.7 При проектировании необходимо предусмотреть выполнение следующих мероприятий:

– предварительный (при поступлении на работу) и периодический медицинский осмотр в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации [27], приказом Минздравсоцразвития РФ от 12.04.2011 N 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» [28];

– профессиональное обучение охраны труда и техники безопасности со сдачей экзаменов в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 и Постановлением Минтруда и Минобразования РФ от 13.01.2003г. № 1/29 «Об утверждении порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» [29];

– обеспечение необходимыми бытовыми помещениями персонала на буровом участке в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации [27], «Санитарными нормами и правилами проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания, радиоактивных руд» СНП ПВ-92 [18];

– обеспечение спецодеждой, индивидуальными средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 и действующими типовыми и отраслевыми нормами.

8.7.8 При проектировании буровых работ выявлять зоны действия опасных производственных факторов, связанных с технологией и условиями производства работ.

## **9 Раствороподъем и транспортировка технологических растворов. Технологические сети и сооружения**

### **9.1 Раствороподъемные средства**

К раствороподъемным средствам при подземном выщелачивании относятся: эрлифты и погружные насосы.

9.1.1 Откачку растворов из скважин осуществлять преимущественно с помощью погружных электронасосов. Применение эрлифта для откачки растворов обосновывать технико-экономическими расчетами с учетом гидрогеологических условий месторождения, выбранной схемы выщелачивания и требований к охране окружающей среды.

9.1.2 Определение параметров раствороподъемников производить в соответствии с гидрогеологическими условиями месторождения, химическим составом растворов и производительностью откачных скважин.

9.1.3 Проектирование эрлифтного подъема растворов целесообразно:

- вблизи промышленной площадки (компрессорной станции);
- при расположении уровня растворов в скважине на небольшой глубине.

9.1.4 При проектировании эрлифтов определять оптимальные параметры и оборудование раствороподъема.

9.1.5 На выбор параметров погружного насоса оказывает влияние высота подъема раствора из скважины, которую при проектировании раствороподъемников следует увеличить по сравнению с расчетной не менее чем на 10% в связи с возможной кольматацией прифилтровой зоны и с дополнительным понижением уровня в скважине.

9.1.6 Погружные электронасосы с подачей  $0,0027 \div 0,0040$  м<sup>3</sup>/с должны оборудоваться раствороподъемными трубами с внутренним диаметром 50-60 мм, с подачей до 0,0027 м<sup>3</sup>/с – трубами с внутренним диаметром 40 мм.

9.1.7 Погружной электронасос должен размещаться в скважине свободно с кольцевым зазором не менее 5 мм.

Динамический уровень раствора в скважине во всех случаях должен быть выше первой ступени насоса не менее чем на 1 м.



9.1.8 Количество раствороподъемников определяется по количеству откачных скважин ( $n_{отк.}$ ), находящихся в одновременной работе (формула 12), т.е. как отношение производительности предприятия по растворам ( $V_{п}^r$ ) к производительности одной откачной скважины ( $q_0$ ).

Общее количество погружных насосов ( $H$ ), необходимое на весь срок отработки месторождения определяется по формуле (19):

$$H = \frac{n_{отк.} \cdot T}{\lambda}, \text{ штук} \quad (19)$$

где:  $T$  - срок отработки месторождения, год;

$\lambda$  - срок службы одного насоса, год.

Резерв погружных насосов обеспечивается их количеством, заложенным в формуле через срок службы одного насоса ( $\lambda$ ).

## 9.2 Транспортировка технологических растворов

9.2.1 Проектирование наружных технологических сетей и сооружений добычного комплекса СПВ должно производиться в соответствии с требованиями настоящих норм, «Санитарных норм и правил проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд» СНП ПВ-92 [18], Руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» [30], «Правил безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов» [31], «Инструкции по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб» [32], Свода правил «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [33].

9.2.2 Для проектирования наружных технологических сетей и сооружений добычного комплекса необходимо иметь следующие исходные данные:

- совмещенный план поверхности и рудных тел с нанесением технологических скважин;
- дебит откачных и приемистость закачных скважин по технологическим растворам;
- производительность добычного комплекса СПВ по видам технологических растворов;

- массовая доля реагентов в технологических растворах;
- гранулометрический состав механических взвесей и их содержание в технологических растворах;
- температура откачиваемых технологических растворов;
- календарный план отработки.

При проектировании должны быть учтены результаты опытных и изыскательских работ:

- незаиляющие скорости технологических растворов;
- минимально допустимая температура ПР, подаваемых на переработку;
- данные о содержании пассивирующих элементов в маточных растворах;
- материалы инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

9.2.3 Выбор схемы транспортирования следует производить на основе технико-экономических расчетов методом вариантов.

Под схемой транспортирования понимается порядок размещения на поверхности добычного комплекса СПВ наружных сетей и сооружений для транспорта технологических растворов.

При разбросанных рудных телах, когда велики затраты на прокладку трубопроводов, перекачку растворов, устройство автодорог более экономичными могут оказаться схемы транспортирования с переработкой ПР на ЛСУ.

Как правило, центральная насосная станция, ЦПУ, ЛСУ располагаются в пониженной части рельефа с целью обеспечения движения откачиваемых растворов самотеком.

9.2.4 Трассы сетей технологических растворов на генеральных планах, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных коммуникаций должны приниматься в соответствии со Сводами правил «Генеральные планы промышленных предприятий» [34] и «Сооружения промышленных предприятий» [35].

Выбор трасс технологических сетей должен производиться на основе топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических материалов, гидрологических и экологических изысканий и исследований, технико-экономических расчетов.

При выборе трасс откачиваемых растворов необходимо стремиться к осуществлению самотечного или напорно-самотечного транспортирования.

При транспортировании магистральных трубопроводов следует стремиться к минимальному количеству V-образных понижений. С этой целью допускается располагать трубопроводы в выемке, на насыпе или эстакаде. Если такая трассировка экономически нецелесообразна, то в пониженных точках профиля должны быть предусмотрены узлы опорожнения и аварийные емкости для выпуска растворов.

Трубопроводы должны прокладываться с уклонами не менее 0,001.

При пересечении трассы магистральных трубопроводов с водотоками должны предусматриваться сооружения с соответствующей защитой водотоков от загрязнения в случае образования течи в трубопроводах. Устройство дюкеров допускается в исключительных случаях при специальном обосновании.

Проектом должна быть предусмотрена возможность обслуживания трубопроводов. При экономическом обосновании вдоль трассы трубопроводов устраивается эксплуатационная дорога.

Пересечение трубопроводов с высоковольтными линиями выполняется в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» [25].

При пересечении трасс трубопроводов с насыпями автомобильных или железных дорог следует предусматривать прокладку трубопроводов в футлярах в соответствии со Сводом правил «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [33]. При обоснованиях допускается прокладка трубопроводов в туннелях.

9.2.5 Диаметры трубопроводов при заданном дебите технологических растворов должны определяться в гидравлическом расчете.

Гидравлические расчеты самотечных трубопроводов могут быть проведены по справочному пособию А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных «Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского» [36].

Гидравлические расчеты напорных трубопроводов могут быть проведены по монографии Ф.А. Шевелева, А.Ф. Шевелева «Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб» [37], Строительным нормам «Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов Ру до 10 МПа» [38], Своду правил «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования» [39].

Самотечные и напорные магистральные трубопроводы следует проектировать из труб по ГОСТ 18599-2001.

Статические расчеты трубопроводов из полиэтилена производить по монографии Д.Ф. Кагана «Трубопроводы из пластмасс» [40].

Применение коррозионно-стойких стальных труб, затворов, задвижек, вантузов, выпусков, компенсаторов, фасонных частей обосновывать проектом.

Определение минимальной толщины стенок труб стальных трубопроводов в зависимости от внутреннего давления и с учетом коррозионного износа, максимально допустимую длину пролета стального трубопровода между опорами производить в соответствии со Строительными нормами и правилами «Расчет на прочность стальных трубопроводов» [41].

При проектировании трубопроводов должны быть решены вопросы рациональных мест установки и типов запорно-регулирующей арматуры для впуска и выпуска воздуха (вантузов), для защиты от гидравлического удара, контрольно-измерительных приборов.

9.2.6 Конструкция опор технологических трубопроводов выбирается в зависимости от способа прокладки трубопроводов, нагрузок на опоры, грунтовых условий, высоты и материала опор, а также метода производства работ.

9.2.7 При проектировании защиты от гидравлических ударов следует руководствоваться Сводом правил «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [33].

9.2.8 Способ прокладки сетей технологических трубопроводов необходимо предусматривать наземной и надземной прокладки для обеспечения возможности постоянного контроля их технического состояния, своевременного ремонта с целью недопущения утечки реагентов и технологических растворов. При теплотехническом и технико-экономическом обосновании допускается подземная прокладка труб.

Трубопроводы необходимо проектировать с уклонами, обеспечивающими их опорожнение при остановке. Уклоны трубопроводов следует принимать не менее:

- для легкоподвижных жидких веществ - 0,002;
- для газообразных веществ по ходу среды - 0,002;
- для газообразных веществ против хода среды - 0,003;
- для кислот и щелочей - 0,005.

В обоснованных случаях допускается прокладка трубопроводов с меньшим уклоном или без уклона, но при этом должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие их опорожнение.

Расстояние между наружными поверхностями труб, проложенными по земле, назначается чтобы обеспечивался свободный доступ к каждому трубопроводу при монтаже и ремонте, но не менее:

- 0,7 м для труб с условным диаметром до 400 мм;
- 1,0 м для труб с условным диаметром от 400 до 1000 мм.

Эти же расстояния должны соблюдаться до стенок траншеи, образующейся при снятии плодородного слоя.

При прокладке трубопроводов змейкой расстояние между трубами должно быть достаточным для независимой свободной поперечной деформации полуволны каждого трубопровода.

При надземной прокладке трубопроводов расстояние между ними должно быть не менее:

- 0,2 м для труб с условным диаметром до 450 мм;
- 0,4 м для труб с условным диаметром от 450 мм до 900 мм;
- 0,5 м для труб с условным диаметром более 900 мм.

При подземной прокладке трубопроводов, в случае одновременного расположения в одной траншее двух и более трубопроводов, они должны располагаться в один ряд (в одной горизонтальной плоскости). Расстояние между ними в свету следует принимать при следующих условных диаметрах трубопроводов:

- до 300 мм - не менее 0,4 м;
- более 300 мм - не менее 0,5 м.

При пересечении проездов (дорог) неметаллическими (полиэтиленовыми) трубопроводами последние должны быть заключены в стальные патроны и заглублены под полотно проезда (дороги) на глубину не менее 1,0 м от дневной поверхности.

Глубина заложения подземных трубопроводов должна быть не менее 0,6 м от поверхности земли до верхней части трубы или теплоизоляции в тех местах, где не предусмотрено движение транспорта, а на остальных участках принимается исходя из условий сохранения прочности трубопровода с учетом всех действующих нагрузок.

9.2.9 Линейные расширения трубопроводов при температурных деформациях следует компенсировать за счет поворотов и изгибов трассы трубопроводов. При невозможности ограничиться самокомпенсацией (например, на совершенно прямых участках значительной протяженности) на трубопроводах устанавливаются П-образные, линзовые, волнистые и другие компенсаторы.

Расстояние между компенсаторами определяется проектом.

9.2.10 В целях обеспечения равномерной подачи технологических растворов в закачные скважины на добычных комплексах СПВ предусматривать напорные резервуары.

Вместимость напорных резервуаров определять проектом.

9.2.11 Для перекачки технологических растворов на добычных комплексах СПВ следует предусматривать стационарные насосные станции, категория надежности электроснабжения – вторая. Насосные станции размещаются на открытых площадках или в промышленных зданиях. Стационарные насосные станции выполняются наземными или надземными.

Тип насосной станции и ее оборудование определять проектом.

Следует стремиться к размещению перекачных насосных станций в V-образных понижениях на трассе трубопроводов, чтобы уменьшить число емкостей для опорожнения трубопроводов. Местоположение станции обуславливается обеспечением нормального всасывания насосов. Размещать оборудование насосной станции с расстояниями:

- между агрегатами – при установке электродвигателе с напряжением до 1000 В – 1,0 м, более 1000 В – 1,2 м;
- между агрегатом и стеной – 1,0 м;

- перед распределительным щитом – 2,0 м;
- между неподвижными частями оборудования – 0,7 м.

В насосных станциях надлежит предусматривать монтажную площадку, размеры которой должны обеспечивать проход шириной не менее 0,7 м вокруг установленного на ней оборудования с учетом габарита приближения крюка грузоподъемностью механизма к оборудованию.

Высоту наземной части машинного зала (от уровня монтажной площадки до низа балок перекрытия) насосных станций надлежит определять в зависимости от транспортных средств, высоты агрегата, длины строп (принимаемой от 0,5 до 1,0 м), расстояния от монтажной площадки до агрегата (не более 0,3 м) и габарита подъемно-транспортного оборудования от крюка до низа балок покрытия.

Для эксплуатации оборудования, арматуры и трубопроводов в насосных станциях надлежит применять электрическое подъемно-транспортное оборудование.

В полу машинного зала надлежит предусматривать проемы для сбора растворов и удаления их специальным насосом.

В насосной станции, кроме рабочих агрегатов, надлежит предусматривать резервные, количество которых определяется в соответствии со Сводом правил «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [33].

В насосных станциях надлежит предусматривать прокладку трубопроводов над поверхностью пола с устройством мостика над трубопроводами и обеспечением подхода к задвижкам.

К каждому насосу должна быть предусмотрена отдельная всасывающая труба.

Расстояние от всасывающей трубы до дна и стен всасывающего колодца необходимо принимать из расчета скорости подхода раствора к трубе, но не более скорости движения раствора во входном сечении.

Скорость движения растворов надлежит принимать во всасывающих трубопроводах в пределах насосных станций до 2,5 м/с.

Трубопроводы внутри насосных станций необходимо принимать из коррозионно-стойких стальных труб.

На напорном трубопроводе каждого насоса надлежит предусматривать установку между насосом и задвижкой обратного клапана.

Насосы должны быть предохранены от воздействия на них усилий, возникающих в напорных трубопроводах.

В машинных залах насосных станций агрессивных технологических растворов необходимо предусматривать коррозионностойкую защиту конструкций (полов, фундаментов и др.).

Насосы и оборудование, устанавливаемые в насосных станциях, должны выбираться в зависимости от физико-химических свойств (агрессивности, температуры) технологических растворов.

9.2.12 Конструкция отстойников должна обеспечить осветление технологических растворов до содержания механических взвесей отвечающих условиям эксплуатации закачных скважин, перерабатывающей или сорбционной установок.

Конструкция отстойников не должна допускать охлаждения продуктивных растворов ниже температуры, допустимой для технологической переработки растворов.

Конструкция отстойников должна исключать возможность загрязнения технологических растворов продуктами как органического, так и неорганического происхождения.

Для очистки технологических растворов применять способ, прошедший промышленные испытания на данном месторождении.

Объем отстойников определяется проектом в соответствии с производительностью добычного комплекса СПВ. Резервные емкости отстойников продуктивных и рабочих растворов обосновывать проектом.

В проектах предусматривать, отстойники с закрытием зеркала поверхности жидкости от попадания пыли и песка от ветровой деятельности, когда это целесообразно.

9.2.13 При работе в зимний период определять теплотехническим расчетом необходимость теплоизоляции трубопроводов и отстойников технологических растворов, своевременное опорожнение трубопроводов при остановках движения растворов.



Минимальная температура растворов в зимний период в концевых участках технологической сети должна быть не менее +5°C для труб диаметром до 300 мм и +3°C для труб диаметром более 300 мм.

На трубопроводах необходимо устанавливать стальную незамерзающую запорную и регулирующую арматуру.

Необходимо предусматривать автоматический контроль за температурой растворов с передачей показаний на диспетчерский пункт:

- в начале и в конце трубопровода;
- в отстойниках;
- на участках технологических сетей наиболее опасных в отношении замерзания.

### **9.3 Кислотоснабжение**

9.3.1 Проектирование кислотоснабжения необходимо вести в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности:

- «Правилами безопасности химически опасных производственных объектов», утвержденными приказом Ростехнадзора от 21.11.2013 г. № 559 [42];
- «Общими правилами взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утвержденными приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 г. № 96 [43].

9.3.2 Гидравлический расчет кислотопроводов следует производить в соответствии со «Справочником серноокислотчика» под редакцией К.М. Малина [44].

9.3.3 Для магистральных трубопроводов серной кислоты принимать трубы по ГОСТ 8732-78 из стали марки Ст. 20, диаметром не менее 100 мм, при необходимости с теплоизоляцией.

9.3.4 Трубопроводы кислот следует прокладывать с уклоном, обеспечивающим полное опорожнение их в технологическую емкость или в специальные баки. Прокладку кислотопроводов предусматривать на общих опорах с трубопроводами сжатого воздуха в одной полосе с коммуникациями технологических растворов.

9.3.5 При прокладке трубопроводов кислот следует обеспечивать их наименьшую протяженность, исключать провисание и образование застойных зон.

9.3.6 При проектировании предусмотреть укрытие фланцевых соединений на трубопроводах защитными кислотостойкими кожухами.

9.3.7 Место привязки узлов закисления рабочих и закисляющих растворов, в подводящих каналах всасывания колодцев насосных станций или на распределительных трубопроводах добычного комплекса СПВ, следует определять путем технико-экономического сравнения вариантов.

9.3.8 В целях обеспечения равномерной подачи кислоты к узлам закисления на распределительных трубопроводах, на добычных комплексах СПВ, по возможности следует предусматривать напорные резервуары. Напорные резервуары устанавливаются в поддоне, на фундаментах.

9.3.9 Вместимость рабочих напорных резервуаров при транспортировании кислоты на добычной комплекс СПВ по трубопроводу принимать исходя из условий обеспечения бесперебойной работы добычного комплекса СПВ на время ликвидации аварии на трубопроводе.

Вместимость рабочих напорных резервуаров при транспортировании кислоты на добычной комплекс СПВ автотранспортом принимать равной 10÷12-ти суточному расходу кислоты на добычном комплексе СПВ.

Необходимо предусматривать резервный резервуар, равный рабочему резервуару по вместимости.

## **9.4 Воздухоснабжение**

При проектировании компрессорных станций и воздухопроводных сетей необходимо руководствоваться «Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» [22], «Правилами промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [23].

## **9.5 Техническое водоснабжение**

9.5.1 В качестве технической воды для технологических целей использовать пластовые воды.

9.5.2 Трубопроводы технической воды должны прокладываться по поверхности в одной полосе с коммуникациями технологических резервуаров. Проектирование трубопроводов технической воды следует вести в соответствии со Сводом правил «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [33].

9.5.3 Определение диаметра трубопроводов выполнять по монографии Ф.А. Шевелева, А.Ф. Шевелева «Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб» [37].

9.5.4 Трубопроводы для давления воды до 590 кПа (6 атм.) должны проектироваться из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001. Все стыковые соединения должны выполняться на сварке.

9.5.5 Применение неметаллических трубопроводов (полиэтиленовых, поливинилхлоридных и т.п.) не допускается для прокладки водопроводов, предназначенных для подачи воды на наружное и внутреннее пожаротушение, а также для обвязки технологической аппаратуры экстракционных производств, в которых применяются горючие экстракты и их разбавители.

## **9.6 Комплексная механизация погрузочно-доставочных, монтажных и других трудоемких работ**

9.6.1 При проектировании и строительстве наружных технологических сетей и сооружений применять комплексную механизацию погрузочно-доставочных, монтажных и других трудоемких.

9.6.2 При проектировании обеспечивать рациональное и компактное размещение оборудования для погрузочно-доставочных, монтажных и других трудоемких работ.

9.6.3 Выбор оборудования при проектировании производить с учетом объемов погрузочно-доставочных, монтажных и других трудоемких работ.

9.6.4 Примерный состав оборудования для механизации погрузочно-доставочных, монтажных и трудоемких работ приведен в таблице 9.1.

Т а б л и ц а 9.1 – перечень оборудования

Наименование оборудования	Виды работ, на которых используется оборудование
Автомобильный кран	Монтаж и демонтаж трубопроводов
Экскаватор	Строительные работы при укладке трубопроводов
Бульдозер	Подготовка оснований под трассы трубопроводов
Автомобиль	Перевозка грузов

Окончание таблицы 9.1

Ремонтная мастерская на базе автомобиля	Обслуживание оборудования добычного комплекса СПВ
Передвижной самовсасывающий насос	Откачка технологических растворов
Передвижной компрессор	Ремонтные работы
Сварочные агрегаты	Соединение металлических и полиэтиленовых труб
Станок для резки полиэтиленовых труб	Резка и торцовка полиэтиленовых труб

## 10 Переработка ПР

При проектировании предприятий по переработке растворов ПВ наряду с настоящими Нормами следует руководствоваться «Нормами технологического проектирования гидromеталлургических заводов» РТМ 8-9-87, «Правилами промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [23].

### 10.1 Требования к растворам

10.1.1 При проектировании процессов переработки исходные ПР должны характеризоваться:

- крайними и средними расчетными значениями концентраций урана на проектируемый период эксплуатации;
- солевым составом по анионам и катионам;
- плотностью;
- химическим составом твердых примесей и удельным весом по классам крупности;
- кислотностью, щелочностью или рН;
- ОВП;
- наличием специфических органических веществ;
- температурой в разное время года.

10.1.2 Содержание механических взвесей (твердых примесей) в ПР, направляемых на переработку, должно быть менее 5 мг/л.

10.1.3 Направляемые на выщелачивание ПР должны отвечать следующим требованиям:

- минимальная концентрация урана;
- допустимое содержание ионов и твердых взвесей, не влияющих на процесс ПВ;
- необходимая концентрация выщелачивающих реагентов согласно утвержденному регламенту на проведение СПВ.

10.1.4 Закисляющие растворы для закисления горнорудной массы должны содержать необходимые концентрации реагентов согласно утвержденному регламенту на проведение СПВ.

10.1.5 Содержание урана в возвратных, маточных и остаточных растворах должно быть менее промышленных величин (менее 10 мг/л).

## **10.2 Требования к технологическим схемам**

10.2.1 Технологическую схему и вид готовой продукции (для ЛСУ – продукции, отправляемой на ЦПУ) следует обосновывать предварительными технико-экономическими расчетами исходя из схемы развития рудного района и этапов отработки месторождения, рекомендованных научно-исследовательской организацией возможных технологических схем переработки растворов, опыта работы действующих предприятий и минимальных затрат на получение готовой продукции.

10.2.2 Разработку проектной технологической схемы переработки ПР ПВ следует вести на основе:

- исходных данных предприятия (Заказчика);
- предварительных технико-экономических расчетов по выбору принципиальной технологической схемы и вида готовой продукции;
- научно-исследовательских отчетов, отчетов предприятия проведенных полупромышленных и промышленных испытаний;
- материалов изучения сырьевой базы месторождения;

– данных о переработке аналогичных растворов на действующих предприятиях.

10.2.3 При разработке технологической схемы в составе предпроектной документации (ТЭР, ТЭС, ТЭО) допускается использование результатов лабораторных исследований и аналогов.

10.2.4 Технологическая схема должна содержать:

– технологические показатели (содержание и извлечение урана) на основных стадиях переработки;

– выход и состав продуктов всех технологических операций;

– технологические параметры всех основных и вспомогательных операций (удельные нагрузки, число стадий, время операции, температура, давление, рН, емкость сорбента, насыщение экстрагента и т.д.);

– точки подачи реагентов и материалов, воды, пара, воздуха и др. с их краткой характеристикой и удельными расходами.

10.2.5 В полную технологическую схему переработки ПР необходимо включать следующие основные процессы:

– очистку исходных растворов;

– извлечение урана методом ионного обмена, реже – экстракцией органическими растворителями;

– химическое осаждение, экстракционная перечистка, или сорбционное концентрирование с получением готовой продукции в виде химических концентратов, концентрированных растворов, насыщенного сорбента и др.;

– приготовление ПР с очисткой от избыточного соледержания и взвешенных частиц в случае их накопления при длительной эксплуатации месторождения.

10.2.6 При обосновании товарного извлечения урана из ПР следует учитывать потери при переработке растворов, транспортировке продуктов ЛСУ и переработке их на ЦПУ, транспортировке готовой продукции предприятия СПВ до предприятия перерабатывающего эту продукцию, ее переработке до вида, отвечающего требованиям существующих стандартов и технических условий.

10.2.7 ЛСУ следует проектировать по сокращенной технологической схеме, включающей осветление исходных растворов, ионообменный процесс извлечения урана с получением насыщенного сорбента, который отправляется на ЦПУ.

### 10.3 Требования к технологическому оборудованию и аппаратурным схемам

10.3.1. Выбор и расчет технологического оборудования следует производить на основе:

- исходных данных и рекомендаций научно-исследовательских организаций;
- результатов полупромышленных и промышленных испытаний;
- утвержденной проектной технологической схемы;
- суточного материального баланса производства;
- временной методике по расчету и выбору технологического оборудования;
- опыта эксплуатации выбираемого аппарата в аналогичных условиях.

10.3.2 Оборудование для осветления растворов – отстойники, должны рассчитываться по формуле (20):

$$V = Q \cdot \beta \cdot (\tau_o + \tau_a), \text{ м} \quad (20)$$

где:  $V$  - минимальный объем отстойников, м;

$Q$  - производительность по растворам, м<sup>3</sup>/час;

$\beta$  - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления или потребления растворов, от 1,1 до 1,3;

$\tau_o$  - время, необходимое для осветления растворов (по исходным данным), час;

$\tau_a$  - время аккумуляирования растворов при аварийных ситуациях (обосновывается проектом), час.

В зависимости от производительности УППР, срока ее эксплуатации, инженерно-геологических и климатических условий отстойники следует

выполнять земляными с пленочной гидроизоляцией или железобетонными из стандартных строительных материалов с необходимой гидроизоляцией для предотвращения растекания растворов и защитной конструкции от агрессивных сред. Предпочтение следует отдавать сооружениям прямоугольного типа с высотой налива не более 2,0 м и гидравлическим удалением осадка.

10.3.3 Выбор типоразмеров оборудования следует производить согласно соответствующим ГОСТам и ТУ с учетом номенклатур заводов-изготовителей.

10.3.4 Типоразмеры и основные технические параметры технологического оборудования, не изготавливаемого машиностроительными заводами серийно, следует принимать в соответствии с отраслевыми стандартами и нормативно-техническими документами.

10.3.5 Разработка нового нестандартизированного оборудования должна выполняться на основании рекомендаций, входящих в состав исходных данных научно-исследовательской организации или согласованных с ней предложений проектной организации. Запроектированный аппарат должен отвечать следующим требованиям:

- соответствовать целям и задачам данной технологической операции при минимальных затратах реагентов и энергии;
- обеспечивать высокую производительность труда и максимальную удельную пропускную способность на единицу площади или объема при наименьших затратах на обслуживание и ремонт;
- быть надежным и простым в эксплуатации, обеспечивающим высокий коэффициент использования оборудования в условиях непрерывного технологического процесса;
- обеспечивать максимально возможную степень механизации и автоматизации производственных процессов;
- соответствовать требованиям безопасности труда, взрыво- и пожаробезопасности и охраны окружающей среды;
- обеспечить экономию и рациональное использование нержавеющей сталей и цветных металлов и сплавов.

10.3.6 Аппаратурная схема должна включать:



- графическое изображение взаимосвязи и последовательности работы всего основного и вспомогательного технологического оборудования;
- краткие сведения о типах, размерах, основных технических данных и количестве всех изображенных на ней позиций;
- все технологические потоки продуктов переработки, реагентов, воды, пара, воздуха и др.;
- данные о связи изображенных на схеме технологических процессов и материальных потоков со смежными переделами.

## **10.4 Контроль и опробование технологического процесса**

10.4.1 Схему контроля и опробования следует разрабатывать на основе:

- исходных данных научно-исследовательской организации;
- информации о современном состоянии этого вопроса на аналогичных предприятиях.

10.4.2 Технические решения по контролю и опробованию технологического процесса должны включать:

- автоматический контроль процесса стандартными и специальными средствами КИПиА;
- автоматизированное и ручное опробование, состоящее из отбора проб, сокращения (в случае необходимости), доставки в лабораторию и подготовки проб к анализу;
- приборный, или химический анализ в экспресс-лабораториях.

10.4.3 В системе контроля и опробования необходимо выделить точки балансового опробования, обеспечив представительность проб с заданной суммарной погрешностью опробования и анализа.

10.4.4 Для технологического оперативного опробования следует предусматривать автоматизированный, или механизированный отбор точечной пробы с последующей пневматической транспортировкой их в контейнерах до экспресс-лаборатории.

10.4.5 В качестве устройств для отбора проб должны использоваться:

- от растворов – клапанные пробоотборники с электромагнитным или пневматическим исполнительным механизмом;
- от потока сорбента – лопастные и черпаковые пробоотборники;
- от пульп – секторные вертикальные вращающиеся или горизонтальные ножевые пробоотборники.

10.4.6 Балансовое опробование должно включать автоматический отбор точечных проб устройствами по п. 10.4.5 или непрерывный отбор части опробуемого потока, с последующим доведением собранного материала в секторных вращающихся сократителях с накопителями до объединенной пробы, доставляемой вручную на анализ.

10.4.7 В состав экспресс-лаборатории центральной установки по переработке растворов должны входить группы рентгеноспектрального и химического методов анализа.

10.4.8 На локальных установках объем аналитических работ следует ограничить экспрессными химическими методами, предусматривая выполнение прочих анализов в лаборатории центральной установки.

## **10.5 Реагентное хозяйство**

10.5.1 Технические решения складов реагентов следует разрабатывать в зависимости от их требуемой вместимости, вида и характеристики складироваемых реагентов, способа и режима поставки реагентов на предприятие, требований по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности, санитарно-гигиенических и безопасных условий труда.

Все погрузочно-разгрузочные работы и другие трудоемкие операции на складах должны быть максимально механизированы.

Технологическое оборудование складов должно быть обеспечено защитой от химической коррозии.

10.5.2 Вместимость расходного склада реагентов должна соответствовать 3-суточной потребности предприятия в указанных реагентах.

10.5.3 Для складирования жидких реагентов (кислот, щелочей, жидкого и водного аммиака и пр.), поставляемых в железнодорожных цистернах, следует применять вертикальные и горизонтальные металлические резервуары,

устанавливаемые на открытых площадках, под навесом (для защиты от солнечной радиации) или под землей.

Складские резервуары следует устанавливать в поддонах, оборудованных дренажными насосами. Поддоны должны иметь защитное покрытие от химической коррозии (кислото- и щелочестойкие бетоны, кислотоупорный кирпич, плитка и т.п.).

Для каждого реагента необходимо предусматривать отдельный поддон. Вместимость поддона должна обеспечивать возможность аварийного опорожнения одного резервуара наибольшей вместимостью.

10.5.4 Резервуары, предназначенные для хранения замерзающих и кристаллизирующихся реагентов (например, едкого натра) должны быть теплоизолированы. Кроме того, необходимо предусматривать устройства для разогрева паром указанных реагентов в железнодорожных цистернах (при их опорожнении) и в складских резервуарах.

10.5.5 Для складирования извести, поваренной соли и других аналогичных реагентов, поставляемых навалом в полувагонах или крытых железнодорожных вагонах, следует проектировать закрытые неотапливаемые склады напольного или траншейного типов, оборудованные мостовыми рейферными кранами.

Указанные склады должны блокироваться с установками приготовления реагентов, размещаемыми в изолированных отапливаемых помещениях.

10.5.6 Для складирования реагентов, поставляемых в таре (бочках, ящиках, мешках и пр.), следует проектировать открытые, полуоткрытые и закрытые склады, тип которых в каждом отдельном случае должен выбираться в зависимости от видов тары и складироваемых реагентов с учетом действующих норм и правил по безопасности труда.

10.5.7 Площадь складирования следует определять, исходя из нагрузки 1,5-2,0 т на 1 м<sup>2</sup> пола при укладке в штабели высотой до 2,0 м. Эта площадь должна составлять 70-75 % от общей площади складского помещения.

Высота складского помещения должна быть не менее 3,5 м от пола до нижней части строительных коммуникаций перекрытия.

10.5.8 В зависимости от номенклатуры складироваемых реагентов и существующих требований к их хранению складское помещение должно разделяться на отдельные секции.

Не допускается совместное хранение реагентов, способных вступить во взаимодействие.

10.5.9 Установки приготовления реагентов следует размещать в закрытых отапливаемых помещениях, расположенных в зависимости от конкретных условий проектируемого производства, либо при базисных складах, расположенных на промплощадках предприятий, либо в отдельно стоящих зданиях, либо в пристройках к основным производственным зданиям.

В случае размещения в отдельно стоящих зданиях или пристройках к основным производственным зданиям при установках приготовления должны предусматриваться расходные склады реагентов.

10.5.10 Установки приготовления реагентов следует изолировать от всех других производственных и складских помещений.

10.5.11 При использовании сравнительно небольших количеств реагентов их растворение должно производиться в периодическом режиме и по возможности в одну смену.

Реагенты, применяемые в больших количествах, должны растворяться (а при необходимости и измельчаться) в непрерывном режиме круглосуточно.

10.5.12 Подача реагентов на растворение со склада, вскрытие тары, загрузка в растворные емкости и другие операции должны быть механизированы. Следует применять установки, позволяющие автоматизировать производственный процесс и исключить возможность и необходимость контакта обслуживающего персонала с токсичными веществами.

При растворении взрыво- и пожароопасных реагентов должны быть обеспечены искробезопасные условия работы.

10.5.13 Необходимо предусмотреть возможность промывки и обезвреживания всех подлежащих ремонту технологических аппаратов и трубопроводов после их опорожнения.

Промывке и обезвреживанию должна подвергаться также тара из-под реагентов. Для хранения пустой тары необходимо предусматривать отдельные складские помещения.

Для прессования обезвреженной металлической тары, не подлежащей повторному использованию, следует предусматривать установку специальных прессов.

## 10.6 Основные технические решения

10.6.1 Технические решения должны обеспечивать поэтапное строительство и ввод в эксплуатацию перерабатывающих установок в соответствии с развитием предприятия СПВ.

10.6.2 Производственная программа пускового комплекса, если предусмотрено заданием на проектирование, должна выполняться при использовании минимального количества модулей-секций, намеченных для полного развития.

10.6.3 Производственная структура участка по переработке растворов должна определяться схемой промышленного освоения месторождения, масштабом производства и территориальным размещением объектов и включать одну ЦПУ с полным технологическим циклом до получения готовой продукции предприятия и несколько ЛСУ на отдаленных участках месторождения, направляющих свою продукцию на ЦПУ.

10.6.4 Кроме объектов основного производственного назначения, связанных с приемом, подготовкой и переработкой ПР, получением и хранением готовой продукции (на центральной установке), подготовкой РР и обезвреживанием сбросов, в составе участка следует предусматривать вспомогательные службы: реагентное хозяйство, экспресс-лаборатории, ремонтно-механические, КИПиА, электроснабжение и т.д..

10.6.5 ЛСУ следует проектировать с минимальным объемом вспомогательных служб.

10.6.6 При оценке по производственной мощности установок и участка по переработке растворов необходимо руководствоваться следующей условной классификацией:

Категория по мощности	Количество перерабатываемых ПР, м <sup>3</sup> /час
Малой	до 250
Средней	свыше 250 до 1000
Большой	свыше 1000

10.6.7 На проектируемых объектах следует учитывать:

- внедрение новой прогрессивной технологии;

- использование принципиально нового, эффективного, крупного и высокопроизводительного оборудования, основанного на применении вибрационных, пульсационных, электрохимических и других воздействий;
- унифицированные проектные решения;
- установку технологического оборудования на открытых площадях или с местными укрытиями обосновывать в каждом конкретном случае проектом;
- использование передвижных и сборно-разборных конструкций установок для отдаленных месторождений ограниченной мощности и опытно-промышленных участков;
- максимальную блокировку технологических узлов и помещений вспомогательных служб;
- возможность расширения производственных зданий, сооружений и территории промплощадки в целом;
- размещение инженерных сетей в технических полосах, обеспечивающих занятие наименьших участков территории и рациональную увязку со зданиями и сооружениями;
- широкое внедрение неметаллических композиционных материалов для изготовления оборудования и трубопроводов, а также защиты рабочих поверхностей от абразивного и коррозионного воздействия.

10.6.8 Режим работы участков по переработке растворов и ЛСУ следует принимать синхронно с режимом работы геотехнологических участков или с условиями поступления растворов.

## **10.7 Основные технико-экономические показатели установок**

10.7.1 Основными технико-экономическими и качественными показателями УППР следует считать:

- годовой объем переработки ПР, млн.м<sup>3</sup>;
- стоимость строительства, в том числе строительно-монтажных работ, млн.руб.;
- себестоимость переработки 1 м<sup>3</sup> раствора, руб.;
- производительность труда в год, тыс.м<sup>3</sup>;

- коэффициент использования оборудования, д.ед.;
- извлечение полезных компонентов, %;
- соответствие объемно-планировочных решений требованиям технологичности строительства и эксплуатации;
- обеспечение органической связи объекта с окружающей средой;
- обеспечение возможности гибкости функционирования технологических процессов для расширения и реконструкции производства;
- уровень автоматизации управления технологическими процессами.

10.7.2 При разработке ТЭО (ТЭР, ТЭС) принимать технико-экономические показатели:

- плотность застройки промышленных площадок не менее 40%;
- производительность труда 1 трудящегося не ниже 40 тыс.м<sup>3</sup>;
- коэффициент использования основного технологического оборудования не менее 0,93;
- извлечение основного компонента из ПР в готовую продукцию не ниже 96%;
- удельный расход электроэнергии не выше 1 кВт·ч на 1 м<sup>3</sup> ПР;
- расход сорбента не более 0,03кг на 1 кг урана.

10.7.3 Для проектной документации следует считать базовыми показателями качественные характеристики и технико-экономические показатели утвержденных ТЭО (ТЭР, ТЭС), а для рабочей документации – утвержденной проектной документации.

## **10.8 Безопасность труда. Взрывопожарная и пожарная безопасность**

10.8.1 При проектировании безопасности труда на объектах по переработке ПР предусмотреть радиационный контроль за эффективной дозой облучения природными источниками излучения всех работников, которая не должна превышать 5 мЗв в год в производственных условиях согласно «Нормам радиационной безопасности» НРБ-99/2009 [17].

10.8.2 Проектирование радиационно-безопасной организации работы на объектах по переработке ПР должна выполняться в соответствии с требованиями «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» ОСПОРБ 99/2010 [45].

10.8.3 При проектировании технологических операций по переработке ПР вопросы обеспечения безопасности труда должны производиться в соответствии с «Методическими указаниями по обеспечению требований радиационной безопасности при добыче и переработке минерального сырья на предприятиях (организациях) горнорудной и нерудной промышленности, отнесенных к радиационно-опасным производствам» РД 03-151-97 [26].

10.8.4 Требования безопасности к расположению оборудования на объектах по переработке ПР, ведению технологических процессов по переработке ПР, эксплуатации реагентных отделений и складов реагентов должны устанавливаться согласно «Единым правилам безопасности при дроблении, сортировке, обогащении полезных ископаемых и окучивании руд и концентратов» ПБ 03-571-03 [46] с учетом требований «Ведомственных правил безопасности при разработке месторождений урана способами подземного скважинного и кучного выщелачивания» [8].

10.8.5 При проектировании объекты по переработке ПР должны быть классифицированы в соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [47] и Строительными нормами и правилами «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [48].

10.8.6 Требования к способам обеспечения пожарной безопасности на объектах по переработке ПР необходимо устанавливать согласно ГОСТ 12.1.004-91.

10.8.7 Обеспечение первичными средствами пожаротушения на объектах по переработке ПР проектировать согласно с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации» [49] и в соответствии с Нормами пожарной безопасности «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования» [50].

10.8.8. При проектировании объектов по переработке ПР выявлять зоны действия опасных производственных факторов, связанных с технологией и условиями производства работ.



## 11 Автоматизация технологических процессов

Для экспериментальных участков, опытных работ и ограниченных объемов ПВ допускается решать вопрос автоматизации технологических процессов ПВ на уровне оперативно-диспетчерского управления.

Разработка и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами осуществляется на основе утвержденных технических заданий.

### 11.1 Автоматизация добычного комплекса

11.1.1 На добычных участках (блоках) предусматривается:

- непрерывное измерение и автоматическое регулирование расхода РР и ПР по рядам закачных и откачных скважин, с целью соблюдения баланса закачки-откачки;
- автоматическое регулирование и регистрация кислотности РР в местах их приготовления;
- непрерывный контроль и учет количества раствора поступающего на участок (блок) и с него;
- стабилизация заданного давления в коллекторах ряда закачных скважин и на трубопроводах сжатого воздуха;
- поддержание заданного расхода (конструкцией оголовка) и периодический контроль «по месту» или дистанционно расхода в закачных и откачных скважинах;
- периодический или непрерывный контроль динамического уровня в наблюдательных скважинах;
- автоматизация и дистанционный контроль работы насосов перекачных насосных станций;
- контроль разгерметизации трубопроводов в помещениях блоков трубопроводов и автоматическая отсечка рабочих растворов и сжатого воздуха при этом виде аварий;

- индикация «по месту» или дистанционно расхода растворов закачных и откачных скважин;
- сигнализация аварийного переполнения в закачных скважинах;
- контроль расхода энергоресурсов (сжатого воздуха, воды, тепла, электроэнергии).

11.1.2 Основными параметрами периодического контроля на добычных участках (блоках), осуществляемого с помощью передвижной экспресс-лаборатории или путем ручного взятия проб лаборантами физико-химической лаборатории, принимать:

- кислотность (рН, ОВП) раствора с откачной скважины;
- содержание урана в растворе с откачной скважины и с участка (блока).

Периодичность контроля устанавливается технологической службой.

11.1.3 Основными параметрами автоматического контроля на технологических станциях для РР и ПР принимать:

- уровень растворов в емкостях и отстойниках;
- кислотность растворов;
- содержание урана в ПР;
- время работы насосов;
- расход растворов.

11.1.4 Управление электроприводами погружных насосов скважин должно осуществляться автоматически с использованием специальных станций управления, которые обеспечивают:

- задержку повторного пуска насосов;
- автоматическое отключение электронасоса при увеличении значений потребляемой силы тока, при обрыве фаз, при срабатывании датчика температуры, встроенного в электродвигатель, по сигналу датчика нижнего уровня, при прекращении поступления перекачиваемой жидкости, при срабатывании датчика изолирующей жидкости.

Информация о работе насосов выносится на пульт управления.

11.1.5 При эрлифтной откачке ПР из скважин предусматривать местный контроль расхода с сигнализацией отключения расхода за заданные пределы.

11.1.6 Данные непрерывного и периодического контроля параметров добычных участков (блоков) поступают на оперативные и диспетчерские пункты управления.

## **11.2 Автоматизация перерабатывающего комплекса**

11.2.1 По перерабатывающему комплексу необходимо контролировать суммарные значения расходов энергетических параметров (сжатого воздуха, воды, пара, электроэнергии).

11.2.2 На узлах приготовления РР (закисляющих растворов) необходимо предусматривать следующий автоматический контроль и управление:

- контроль расхода реагентов, закачных растворов, сжатого воздуха и их регулирование;
- контроль и регулирование кислотности растворов;
- сигнализацию уровня в смесителях (емкостях приготовления), аварийного, верхнего, нижнего;
- автоматическую отсечку реагентов, РР, сжатого воздуха при разгерметизации трубопроводов;
- автоматизацию работы насосов, управляемых задвижек по уровням в емкостях. Допустимо дистанционное управление

11.2.3 На складе реагентов следует выполнять автоматический контроль за расходом реагентов (по каждому в отдельности), а также учет поступающих реагентов.

11.2.4 На складе реагентов следует предусматривать измерение уровней реагентов (аммиачной воды, серной кислоты, раствора селитры и др.) в емкостях приготовления и хранения, контролировать их расход, а также сигнализацию аварийных уровней реагентов в этих емкостях.

11.2.5 На стадии сорбции предусматривать:

- контроль расхода РР, подаваемых в сорбционные аппараты;
- регулирование расхода насыщенного сорбента на линии разгрузки из сорбционных аппаратов;
- контроль рН растворов, подаваемых на сорбцию, и содержание урана в них;

- контроль содержания урана в маточниках сорбции, вести учет расхода свежего сорбента;
- контроль давления растворов в общем коллекторе и на линиях входа в аппараты;
- контроль уровня растворов в буферных емкостях.

Осуществлять учет времени работы основного насосного оборудования.

11.2.6 На операции сорбции с помощью средств аналитического контроля должно осуществляться периодическое определение следующих параметров:

- содержание урана на сорбенте (насыщение) в сорбционных аппаратах;
- содержание урана в маточниках.

11.2.7 На операции регенерации следует предусматривать контроль:

- расходы воды, подаваемой на отмывку сорбента от илов и от кислотности регенерирующего раствора и регенерата, сжатого воздуха;
- рН раствора в верхней части аппарата десульфации и регенерирующего раствора;
- содержание урана в товарном регенерате;
- температуры регенерирующего раствора;
- расхода растворов на денитрацию;
- кислотности растворов на денитрацию;
- расхода товарного регенерата на осаждение концентрата;
- уровня в емкостях растворов для регенерации и денитрации;
- времени работы основного насосного оборудования;
- сигнализация аварийного уровня в емкостях растворов для регенерации и денитрации.

Предусматривать регулирование:

- подачи насыщенного сорбента на регенерацию;
- подачи воды на отмывку сорбента от илов и от кислотности в зависимости от количества подаваемого сорбента;
- подачи сжатого воздуха в аппараты регенерации.

11.2.8 На операции регенерации с помощью средств аналитического контроля должно выполняться периодическое определение содержания урана на сорбенте (остаточная емкость).

11.2.9 По отделению готовой продукции следует предусматривать контроль и автоматизацию в следующем объеме:

- контроль и регулирование температуры товарного регенерата и расхода аммиачной воды перед подачей в аппараты осаждения;
- контроль за концентрацией аммиака в помещениях;
- контроль величины рН в характерных точках осадительных колонн;
- сигнализация аварийного уровня в емкостях аммиачной воды, напорных баках, товарного регенерата, сборниках мелкого сорбента, сборниках концентрированного товарного регенерата (готового продукта) и других емкостях, не имеющих перелива;
- регулирование кислотности в емкостях, растворение химического концентрата после фильтрации и определение остаточной кислотности в них;
- измерение уровня в емкостях готового продукта и количество отгруженного продукта;
- контроль количества осажденного регенерата подаваемого на фильтрацию.

### **11.3 Конструктивно-компоновочные решения**

11.3.1 В проекте следует предусматривать площадки для обслуживания средств автоматизации, специальные устройства для монтажа и демонтажа средств КИПиА.

11.3.2 В технологической части проекта должны предусматриваться установки для питания средств КИПиА очищенным сжатым воздухом заданной температуры и давления, места установки средств контроля.

11.3.3 Установка средств КИПиА должна отвечать следующим основным положениям:

- соответствовать требованиям инструкции по монтажу и эксплуатации, правилам техники безопасности;

- соответствовать требованиям технических условий, предъявляемых к аппаратам и технологическим линиям, на которых они устанавливаются;
- конструктивные решения должны способствовать требованиям ведения монтажа индустриальными методами.

11.3.4 Кабельные и импульсные трассы необходимо формировать по зонам обслуживания и с разделением по видам энергии, напряжению и назначению, допускается прокладка электротехнических кабелей с кабелями КИПиА в общих конструкциях с выделением полок для них.

Полиэтиленовые импульсные линии должны быть надежно защищены от механических повреждений, сварки, воздействия солнечных лучей.

## **11.4 Служба эксплуатации**

11.4.1 В структуре службы эксплуатации системы автоматизации необходимо предусмотреть участок, включающий группы автоматизации систем управления технологических процессов и КИПиА.

11.4.2 В составе группы автоматизации систем управления технологических процессов следует предусматривать персонал для ремонта и технического обслуживания, эксплуатационного сопровождения программного и информационного обеспечения, оперативного обслуживания техники.

11.4.3 В составе группы КИПиА следует предусматривать бригады для эксплуатации технических средств добычного комплекса, перерабатывающего комплекса, ремонта, монтажа и наладки средств для измерений специальных приборов, связи и сигнализации.

## **12 Охрана окружающей среды**

Основные принципы проектирования охраны окружающей среды должны соответствовать «Санитарным нормам и правилам проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд» (СНП ПВ-92) [18].

### **12.1 Охрана атмосферного воздуха**

12.1.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха необходимо разрабатывать на основе следующих нормативных документов и материалов:

- ГОСТ 17.2.3.02-78;
- Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах [51];
- «Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям» ОНД 1-84 [52];
- «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86 [53];
- «Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях» РД 52.04.52-85 [54];
- Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [55];
- Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух [56];
- Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [57];
- Приказ Минприроды РФ от 31.12.2010г. № 579 «О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию» [58];
- Санитарные правила и нормативы «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест» [59];
- Санитарные правила и нормативы «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [60];
- Свод правил «Строительная климатология» [61];
- Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности [62].

12.1.2 Откачные скважины с эрлифтом оборудовать оголовками, предотвращающими выбросы аэрозолей вредных веществ ПР.

12.1.3 Перекачку ПР и РР осуществлять только по трубопроводам, обеспечивающим минимальные выбросы аэрозолей вредных веществ растворов.

12.1.4 Предусматривать пылеподавление на автодорогах и закрепление грунтов вокруг комплексов СПВ.

12.1.5 Технические решения УППР должны включать комплекс мероприятий по охране атмосферы от загрязнений газообразными отходами производства, основными из которых являются:

- герметизация технологических аппаратов с мокрой очисткой газов и вентиляционного воздуха от вредных химических веществ, пыли и аэрозолей химическими методами;
- применение технологических процессов, не требующих использования токсичных реагентов.

## **12.2 Охрана и рациональное использование водных ресурсов**

12.2.1 Мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов необходимо разрабатывать на основе следующих нормативных документов и материалов:

- ГОСТ 17.1.3.07-82;
- «Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод» СН 496-77 [63];
- «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба» [64];
- Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [65];
- Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов [66];
- Постановление Правительства РФ от 12.06.2003г. №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» [67];
- «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» [68];



– Санитарные правила и нормативы «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [69];

– Свод правил «Канализация. Наружные сети и сооружения» [70];

– Свод правил «Внутренний водопровод и канализация зданий» [71].

12.2.2 Предусматривать замену действующих и перспективных водозаборов, которые будут выходить в период эксплуатации месторождения.

12.2.3 Размещать трубопроводы с РР и ПР с учетом поверхностных водоемов, водотоков и подземных вод за счет герметизации трубопроводов, защиты подземных вод от возможных проливов РР и ПР глинистым слоем или другими материалами, сооружения нагорных отводных канав для паводковых или ливневых вод и других мероприятий.

12.2.4 На случай вынужденного сброса РР предусматривать специальные пруды-емкости с покрытием их днищ предотвращающим инфильтрацию вредных веществ в поверхностные водоемы, водотоки и подземные воды.

Отстойники, открытые узлы закисления также должны иметь защиту, предотвращающую проникновение вредных веществ в подземные водоносные горизонты.

12.2.5 При обнаружении в период эксплуатации загрязнения вредными веществами выше предельно-допустимых концентраций надрудного (или подрудного) водоносного горизонта хозяйственно-питьевого назначения следует производить перекачку загрязненных вод в отработанный или находящийся в работе продуктивный горизонт.

12.2.6 Предусмотреть контроль за состоянием грунтовых и подземных вод путем опробования и режимных гидрогеологических наблюдений сети наблюдательных скважин.

12.2.7 В случаях, когда статический уровень вод продуктивного горизонта находится на глубине менее 10-15 м от дневной поверхности предусматривать отработку месторождения с превышением объемов откачки ПР над объемами закачки РР с целью понижения уровня вод продуктивного горизонта.

12.2.8 Ликвидацию надбалансовых растворов осуществлять только после извлечения из них урана, их реагентной деминерализации, сбрасывая их в отстойники с последующим использованием или сбросом на рельеф.

12.2.9 Технические решения УППР должны включать комплекс мероприятий по охране водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами производства, основным из которых является организация глубокой очистки всех сбросов с применением химических, сорбционных, электрохимических и других эффективных методов.

### **12.3 Охрана и рациональное использование недр**

12.3.1 Мероприятия по охране и рациональному использованию недр необходимо разрабатывать на основе следующих нормативных документов и материалов:

- Закона Российской Федерации «О недрах» [1];
- «Инструкции о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами» РД 07-291 – 99 [16];
- «Инструкции о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов» РД 08-492 – 02 [15];
- «Правила охраны недр» ПБ-07-601-03 [72];
- «Санитарным нормам и правилам проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд» СНП ПВ –92 [18];
- Свод правил «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» [73];
- «Нормам радиационной безопасности» НРБ-99/2009 [17].

12.3.2 Предусматривать отработку промышленных запасов урана до получения обоснованного минимального промышленного содержания в ПР при коэффициенте извлечения не ниже проектного.

12.3.3 При наличии на месторождении попутных полезных ископаемых необходимо предусматривать комплексное использование недр за счет извлечения запасов не только урана, но и попутных полезных компонентов.

В случае отсутствия технологии попутной добычи или ее низкой экономической эффективности, в проектах выбираются технологии добычи

основного компонента с учетом возможности добычи попутных компонентов в будущем.

12.3.4 Решения по восстановлению вод продуктивного горизонта в ликвидационный период принимать исходя из качества этих вод до процесса СПВ, их народнохозяйственной ценности и значимости, количества остаточных растворов, находящихся в недрах.

12.3.5 Ликвидацию технологических и других скважин осуществлять сразу после вывода из работы и по окончании исследований в них путем ликвидационного тампонажа скважин.

## **12.4 Охрана и рациональное использование земной поверхности и животного мира**

12.4.1 Мероприятия по охране и рациональному использованию земной поверхности и животного мира необходимо разрабатывать на основе следующих нормативных документов и материалов:

- ГОСТ 17.4.2.02-83;
- ГОСТ 17.4.3.02-85;
- ГОСТ 17.5.1.03-86;
- ГОСТ 17.5.1.02-85;
- ГОСТ 17.5.3.04-83;
- ГОСТ 17.5.3.06-85;
- «Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России» РД-03-259-98 [74];
- «О животном мире» Федеральный закон от 24.04.1995г. № 52-ФЗ [75];
- «Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», приказ Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1995г. №525/67 [76];
- Положение о порядке ведения Красной книги РФ, приказ Госкомэкологии РФ от 03.10.1997г. №419-а [77];
- «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов» ПБ 03-438-02 [78];

– Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зон произрастания лесообразующих древесных пород [79];

– «Требования по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи» Постановление Правительства РФ от 13.08.1996г. №997 [80].

12.4.2 Технические решения по охране и рациональному использованию земной поверхности должны включать комплекс мероприятий по охране почв от загрязнений жидкими и твердыми отходами производства, основным из которых является предотвращение загрязнения территории в зонах прокладки трубопроводов, реагентных складов и технологических установок, размещенных на открытых площадках.

12.4.3 При аварийных проливах ПР и РР следует производить снятие загрязненного грунта, его нейтрализацию гашеной известью и захоронение в специальных пунктах хранения радиоактивных веществ с перекрытием их чистыми грунтами и последующей рекультивацией поверхности.

12.4.4 Для нейтрализации проливов ПР и РР предусматривать временные расходные склады гашеной извести с запасом средней потребности, исходя из средних данных по аварийным проливам растворов из трубопроводов, шлангов и оголовков скважин.

12.4.5 Места захоронения загрязненного грунта должны предусматриваться на отработанной части месторождения. В случае, когда рекультивированные земли передаются сельскому хозяйству, пункты для загрязненного грунта устраиваются на неиспользованных землях вблизи месторождения.

12.4.6 Количество захораниваемого грунта в проекте принимать по среднестатистическим данным, которые должны быть приведены в исходных данных для проектирования предприятия СПВ.

12.4.7 Сброс технологических растворов при чистке технологических скважин осуществлять в передвижную емкость для транспортировки в специальный накопитель (отстойник) растворов.

12.4.8 По окончании отработки месторождения (залежи, блока) методом СПВ предусмотреть проведение детальной радиометрической съемки для выявления загрязненных участков. По результатам съемки уточняется проект рекультивации поверхности отработанного месторождения (залежи, блока).

12.4.9 Предусмотреть ограждение отстойников, специальных прудов-емкостей, узлов закисления по периметру для предотвращения возможного проникновения животных.

12.4.10 Для сохранения животного мира в районе проектируемых полигонов СПВ предусматривать пути миграции животных с пунктами водопоя и местами отдыха.

## **12.5 Охрана окружающей среды при складировании отходов производства**

12.5.1. Мероприятия по охране окружающей среды при складировании отходов производства необходимо разрабатывать на основе следующих нормативных материалов:

- Безопасное обращение с отходами. Сборник нормативно-методических документов [81];
- Временные правила охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации [82];
- «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» Приказ МПР России от 15.06.2001г. №511 [83];
- Методическое пособие по применению «Критериев отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды» [84];
- «Об отходах производства и потребления» Федеральный закон от 24.06.1998г. № 89-ФЗ (в редакции от 28.07.2012г. №128-ФЗ) [85];
- «Об утверждении порядка ведения государственного кадастра отходов», приказ Минприроды России от 30.09.2011г. №792 [86];
- Пособие для природопользователей. Плата за негативное воздействие на окружающую среду [87];
- Санитарные правила и нормативы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления [88].

12.5.2 Для временного накопления образующихся отходов и для последующего вывоза предусмотреть специально отведенные места, оборудованные в соответствии с требованиями санитарных правил таким образом,

чтобы исключить загрязнение почвы, поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха.

12.5.3 Предусмотреть установку мусоросборников на площадках, имеющих твердое покрытие и оборудованных в соответствии с требованиями санитарных правил.

12.5.4 Сбор отходов осуществлять отдельно по их видам, классам опасности и другим признакам с тем, чтобы обеспечить их переработку, использование в качестве вторичного сырья, обезвреживание, захоронение.

12.5.5 Устанавливать предельное количество накопления отходов на объектах их образования, сроки и способы их хранения в соответствии с экологическими требованиями, санитарными нормами и правилами, а также правилами пожарной безопасности.

12.5.6 Площадки для временного хранения отходов должны быть оборудованы противопожарным инвентарем и обеспечивать защиту окружающей среды от уноса загрязняющих веществ в атмосферу и с ливневыми водами.

12.5.7 Транспортировка отходов должна производиться специально оборудованным транспортом, имеющим специальное оформление, согласно действующим инструкциям.

Должна быть предусмотрена механизация с герметизацией работ, связанных с загрузкой, транспортировкой и разгрузкой отходов.

## **13 Организация труда и управление производством**

Настоящие нормы по организации труда и управлению производством учитывают специфику основного производства СПВ (бурение скважин, прокладка трубопроводов, переработка растворов и т.д.) и общие указания по проектированию организационной и производственной структур управления предприятий.

Требования по организации и управлению вспомогательного и обслуживающего производства (физико-химическая лаборатория, ремонтно-механические, складские, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы и др.) в настоящих Нормах не рассматриваются.

## **13.1 Организация труда**

13.1.1 В качестве основного принципа организации труда предусматривать:

- рациональную производственную структуру, специализацию и кооперирования производства с учетом бригадной формы организации и стимулирования труда;
- централизованное обслуживание производства и систему регламентированного обслуживания рабочих мест, и механизацию труда вспомогательных рабочих;
- полное исключение или снижение доли ручного труда.

13.1.2 Комплекс вопросов организации труда рабочих тесно увязывать с техникой и технологией:

- разделение и кооперация труда рабочих, многостаночное (многоагрегатное) обслуживание, совмещение профессий, бригадная форма организации труда;
- размещение оборудования, определение количества рабочих мест, совершенствование организации рабочих мест, расширение зон обслуживания, улучшение обслуживания рабочих мест, внедрение передовых методов и приемов труда, улучшение условий труда, совершенствование нормирования и оплаты труда и т.д.

13.1.3 При решении вопросов организации труда инженерно-технических работников и служащих необходимо предусматривать:

- совершенствование подбора и расстановки кадров;
- организацию труда инженерно-технических работников и служащих, форма и методы труда, организацию рабочих мест, оснащение рабочих мест и т.д.

13.1.4 Учитывать результаты аттестации и рационализации рабочих мест в проектах реконструкции и технического перевооружения предприятий с целью обеспечения запланированного уровня производительности труда.

13.1.5 Запроектированные технико-экономические показатели и принципиальные решения по организации труда должны соответствовать лучшим отечественным и мировым аналогам.

## 13.2 Численность персонала

13.2.1 Численность персонала предприятия СПВ определять:

- в технико-экономических обоснованиях, схемах развития предприятий
- по соответствующему показателю производительности труда, принимаемому на основе изучения передового опыта аналогичных действующих предприятий с учетом прогресса техники и технологии;
- в проектах (рабочих проектах) – на основе существующих расчетов объемов работ и расстановки персонала по рабочим местам с учетом передовой организации труда и высокого уровня механизации и автоматизации производственных процессов.

13.2.2 Численность рабочих рассчитывать на основании технологических решений по используемому оборудованию в процессе добычи урана методом скважинного подземного выщелачивания.

13.2.3 Предусматривать в проектах (рабочих проектах) сокращение рабочих мест за счет:

- мероприятий по совмещению профессий и работ;
- расширения зон обслуживания;
- аттестации и рационализации рабочих мест;
- механизации ручных и тяжелых работ;
- централизации, специализации и концентрации работ;
- ликвидации непроизводительных затрат и потерь рабочего времени и т.д.

13.2.4 Определение и планирование руководителей, специалистов линейного персонала производить в соответствии с квалификационным справочником и общероссийским классификатором профессий рабочих и должностей служащих.

13.2.5 При проектировании организации подготовки персонала на предприятии предусмотреть:

- подготовку вновь поступающих работников и повышение квалификации на курсах с отрывом от производства;
- обучение вторым и смежным профессиям.



### 13.3 Режим работы

13.3.1 Режим работы предприятия предусматривать согласно заданию на проектирование или по балансу рабочего времени по соответствующим процессам, нормам выработки (времени), которые содержатся в действующих сборниках норм.

13.3.2 Проектирование режима труда и отдыха производить согласно Трудовому кодексу Российской Федерации.

13.3.3 При разработке организации режима труда и отдыха персонала руководствоваться следующими правилами:

- рациональное чередование режимов труда и отдыха должно проводиться на всех работах, как одно из средств предупреждения утомления;
- при совершенствовании режимов труда и отдыха учитывать воздействие условий труда на организм человека, его работоспособность;
- регламентированные внутрисменные режимы труда и отдыха включают перерыв на обед и кратковременные перерывы на отдых.

### 13.4 Управление производством

13.4.1 Для горнодобывающих (геотехнологических) предприятий принимать линейно-функциональную (линейно-штатную) структуру управления, при которой руководство производством осуществляется параллельно-линейным административно-техническим аппаратом.

13.4.2 При решении вопросов управления производством необходимо предусмотреть:

- эффективную организационную систему управления предприятием и его подразделениями;
- совершенствование системы линейного руководства процессом производства;
- совершенствование методов работы аппарата управления;
- совершенствование производственного планирования, учета и контроля за ходом производства.

13.4.3 Предусмотреть организацию управления производством основанную на производственном и хозяйственном кооперировании основных и вспомогательных подразделений.

13.4.4 Для оперативного управления и координации комплекса работ по ведению процесса СПВ в части технического оснащения необходимо предусматривать центральный диспетчерский пульт управления, местные операторские пункты и щиты управления по ведению основных технологических процессов.

## Библиография

- |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1] Закон Российской Федерации от 21.02.1992г. №2395-1                                                                                                                                  | О недрах                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| [2] Федеральный закон от 21.11.1995г. №170-ФЗ                                                                                                                                           | Об использовании атомной энергии                                                                                                                                                                                                                                                           |
| [3] Федеральный закон от 27.12.2002г. №184-ФЗ                                                                                                                                           | О техническом регулировании                                                                                                                                                                                                                                                                |
| [4] Федеральный закон от 29.12.2004г. №190-ФЗ                                                                                                                                           | Градостроительный кодекс Российской Федерации                                                                                                                                                                                                                                              |
| [5] Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. №87                                                                                                                                  | О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию                                                                                                                                                                                                                    |
| [6] Постановление Правительства РФ от 03.03.2010г. №118                                                                                                                                 | Об утверждении Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами |
| [7] Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.06.2010г. №218                                                                                                           | Об утверждении требований к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья                                                                    |
| [8] Ведомственные правила безопасности при разработке месторождений урана способами подземного скважинного и кучного выщелачивания (приказ ОАО «Атомредметзолото» от 06.12.2012г. №275) |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

- [9] Приказ МПР РФ от 11.12.2006г. №278 Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых
- [10] Распоряжение МПР РФ от 05.06.2007г. №37-р Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Радиоактивные металлы
- [11] Приказ Минприроды России от 06.09.2012г. №265 Порядок постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса
- [12] Инструкция по проведению геофизических исследований рудных скважин (МПР РФ – ФГУ НПП «Геологоразведка», 2007г.)
- [13] Распоряжение МПР РФ от 05.06.2007г. №37-р Методические рекомендации по геофизическому опробованию при подсчете запасов месторождений металлов и нерудного сырья
- [14] Отраслевой стандарт ОСТ 95 10116-85, приказ Министерства среднего машиностроения от 26.05.1985г. №266 Охрана природы. Гидросфера. Контроль состояния вод при подземном выщелачивании. Требования к расположению и опробованию пунктов контроля
- [15] Руководящий документ РД 08-492-02 Инструкция о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов
- [16] Руководящий документ РД 07-291-99 Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами
- [17] Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)
- [18] Санитарные нормы и правила СНП ПВ-92 Санитарные нормы и правила проектирования, строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации добычных полигонов подземного выщелачивания радиоактивных руд
- [19] Санитарные правила СП ЛКП-91 Санитарные правила ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд

- [20] Санитарные правила СП ПВ-89 Санитарные правила создания, эксплуатации ликвидации геотехнологических предприятий подземного выщелачивания на базе гидрогенных месторождений пластового типа
- [21] Приказ Госстроя СССР от 05.12.1986г. №43/512/29-50 Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е14. Бурение скважин на воду
- [22] Правила безопасности ПБ 03-581-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов
- [23] Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014г. №116 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»
- [24] Приказ Минэнерго России от 13.01.2003г. №6 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
- [25] Приказ Минэнерго России от 08.07.2002г. №204 Правила устройства электроустановок (ПУЭ)
- [26] Руководящий документ РД 03-151-97 Методические указания по обеспечению требований радиационной безопасности при добыче и переработке минерального сырья на предприятиях (организациях) горнорудной и нерудной промышленности, отнесенных к радиационно-опасным производствам
- [27] Федеральный закон от 30.12.2001г. №197-ФЗ Трудовой Кодекс Российской Федерации (ТК РФ)
- [28] Приказ Минздравсоцразвития РФ от 12.04.2011 №302н Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда
- [29] Постановление Минтруда и Минобразования РФ от 13.01.2003г. №1/29 Об утверждении порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций

- [30] Приказ Ростехнадзора от 27.12.2012г. №784 Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»
- [31] Приказ Ростехнадзора от 06.11.2013г. № 520 Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов
- [32] Строительные нормы СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб
- [33] Свод правил СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84
- [34] Свод правил СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80
- [35] Свод правил СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85
- [36] Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского (А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных)
- [37] Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб (Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев)
- [38] Строительные нормы СН 527-80 Инструкции по проектированию технологических стальных трубопроводов Ру до 10 МПа
- [39] Свод правил СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования
- [40] Трубопроводы из пластмасс (Д.Ф. Каган)
- [41] Свод правил СП 33.13330.2012 Расчет на прочность стальных трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 2.04.12-86
- [42] Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013г. №559 Правила безопасности химически опасных производственных объектов
- [43] Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013г. №96 Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств
- [44] Справочник серноокислотчика (под редакцией К.М. Малина)
- [45] Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)
- [46] Правила безопасности Единые правила безопасности при дроблении,

ПБ 03-571-03	сортировке, обогащении полезных ископаемых и окисковании руд и концентратов
[47] Федеральный закон от 22.07.2008г. №123-ФЗ	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
[48] Строительные нормы и правила СНиП 21-01-97*	Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями № 1, 2)
[49] Постановление Правительства РФ от 25.04.2012г. №390	Правила противопожарного режима в Российской Федерации
[50] Свод правил СП 5.13130.2009	Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования
[51] Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах (Госкомитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Ленинград, Гидрометеиздат 1987г.)	
[52] Общесоюзный нормативный документ ОНД 1-84	Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям
[53] Общесоюзный нормативный документ ОНД-86	Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий
[54] Руководящий документ РД 52.04.52-85	Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях
[55] Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (НИИ Атмосфера, Санкт-Петербург, 2012г.)	
[56] Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух (НИИ Атмосфера, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.И. Сысина, Фирма «Интеграл», Санкт-Петербург, 2010г.)	
[57] Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03	Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
[58] Приказ Минприроды РФ от 31.12.2010г. №579	О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию
[59] Санитарные правила и	Гигиенические требования к обеспечению качества

нормативы СанПиН 2.1.6.1032-01	атмосферного воздуха населенных мест
[60] Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03	Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
[61] Свод правил СП 131.13330.2012	Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99
[62] Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности (ГГО им. А.И. Воейкова, Ленинград, 1986г.)	
[63] Строительные нормы СН 496-77	Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод
[64] Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба (Государственный комитет по охране окружающей среды, Москва, 1999г.)	
[65] Приказ Росрыболовства от 18.01.2010г. №20	Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения
[66] Приказ Минжилкомхоза РСФСР от 02.03.1984г. №107	Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов
[67] Постановление Правительства РФ от 12.06.2003г. №344	О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления
[68] Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты (ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2006г.)	
[69] Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.1.5.980-00	Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод
[70] Свод правил СП 32.13330.2012	Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85
[71] Свод правил СП 30.13330.2012	Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85

- [72] Правила безопасности ПБ-07-601-03 Правила охраны недр
- [73] Свод правил СП 2.1.5.1059-01 Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения
- [74] Руководящий документ РД 03.259-98 Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России
- [75] Федеральный закон РФ от 24.04.1995г. №52-ФЗ О животном мире
- [76] Приказ Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1995г. №525/67 Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы
- [77] Приказ Госкомэкологии РФ от 03.10.1997г. №419-а Положение о порядке ведения Красной книги РФ
- [78] Правила безопасности ПБ 03-438-02 Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов
- [79] Нормативы качества окружающей природной среды. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зон произрастания лесообразующих древесных пород (Рослесхоз, Минприроды РФ от 10.05.1995г.)
- [80] Постановление Правительства РФ от 13.08.1996г. №997 Требования по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи
- [81] Безопасное обращение с отходами (сборник нормативно-методических документов, Санкт-Петербург, 2007г.)
- [82] Минприроды РФ от 15.07.1994г. Временные правила охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации
- [83] Приказ МПР России от 15.06.2001г. №511 Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды
- [84] Методическое пособие по применению Критериев отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды (МПР РФ, ФГУ «ЦЭКА», Москва, 2003 г.)



- [85] Федеральный закон от 24.06.1998г. №89-ФЗ (в редакции от 28.07.2012г. №128-ФЗ) Об отходах производства и потребления
- [86] Приказ Минприроды России от 30.09.2011г. №792 Об утверждении порядка ведения государственного кадастра отходов
- [87] Пособие для природопользователей. Плата за негативное воздействие на окружающую среду (Н.Д. Сорокин, Санкт-Петербург, Интеграл, 2009г.)
- [88] Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления