

**Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от \_\_\_\_\_ 2019 г. № \_\_\_\_\_)**

**Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов»**

**1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1 Настоящие Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов» (далее - Правила) разработаны в соответствии с требованиями Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 3588; 2000, № 33, ст. 3348; 2003, № 2, ст. 167; 2004, № 35, ст. 3607; 2005, № 19, ст. 1752; 2006, № 52, ст. 5498; 2009, № 1, ст. 17, ст. 21; № 52, ст. 6450; 2010, № 30, ст. 4002; № 31, ст. 4195, ст. 4196; 2011, № 27, ст. 3880; № 30, ст. 4590, ст. 4591, ст. 4596; № 49, ст. 7015, ст. 7025; 2012, № 26, ст. 3446; 2013, № 9, ст. 874; № 27, ст. 3478; 2015, № 1, ст. 67; № 29, ст. 4359), Федерального закона «О недрах» (от 21.02.1992 N 2395-1, ред. от 03.08.2018), а также с учетом требований Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. N 599 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 02 июля 2014 г., регистрационный N 32935), Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом», утвержденными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 ноября 2017 г. N488 (Зарегистрировано в Минюсте России 12 февраля 2018 г. N 49999).

1.2 Настоящие Правила регламентируют требования к инженерно-геологическому и гидрогеологическому изучению природных и техногенных массивов пород, способам и методам оценки устойчивости и расчета параметров бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, порядок и требования к методам их мониторинга устойчивости, а также меры по предупреждению оползневых явлений и борьбы с ними на всех стадиях проектирования и эксплуатации карьеров, разрезов и отвалов.

1.3 Настоящие Правила предназначены для организаций, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию карьеров, разрезов и отвалов.

Правила являются обязательными при обосновании устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов на опасных производственных объектах ведения открытых горных работ на всех стадиях их проектирования, строительства и эксплуатации.

1.4. Положения настоящих Правил распространяются на деятельность всех организаций, осуществляющих добычу полезных ископаемых открытым способом вне зависимости от их форм собственности и ведомственной подчиненности, включая иностранные организации и физические лица, осуществляющие свою деятельность на территории Российской Федерации.

1.5. Документация на строительство, эксплуатацию, реконструкцию и техническое перевооружение карьеров, разрезов и отвалов должна базироваться на обосновании параметров уступов и бортов и содержать перечень мер по управлению и мониторингу их устойчивости.

1.6 В Правилах используются термины и их определения, приведенные в Приложении 1 к настоящим Правилам.

1.7. Выбор параметров бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, обоснование их устойчивости должны базироваться на результатах инженерно-геологического и гидрогеологического изучения природных и техногенных массивов минерального сырья и инженерно-геологического районирования массивов горных пород. Изучение массивов горных пород должно вестись как на стадии разведки и проектирования, так и в процессе отработки месторождения полезных ископаемых (далее – месторождения).

1.8. Организация, эксплуатирующая объекты ведения открытых горных работ II класса опасности должна создавать специальную группу по наблюдению за устойчивостью уступов, бортов карьера, разреза и отвалов, либо привлекать специализированную организацию или специалистов, имеющих лицензию на производство маркшейдерских работ. Состав группы утверждает технический руководитель эксплуатирующей организации.

1.9. В случае выявления отклонений свойств и/или структуры массива горных пород от допустимых, заложенных в расчеты устойчивости при проектировании должна быть проведена переоценка устойчивости бортов и уступов с привлечением проектных или специализированных организаций. Величина допустимых отклонений определяется проектом ведения горных работ.

1.10. При разработке проектов реконструкции или второй (и последующих) очередей открытой отработки месторождения оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов должна проводиться на основе обобщения результатов инженерно-

геологического изучения массива и мониторинга устойчивости на предыдущих этапах отработки месторождения.

## **2 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ**

2.1. Факторы, влияющие на устойчивость уступов и бортов карьеров, разрезов, отвалов, объединяются в две группы: природные и горнотехнические (Приложение 2).

К группе природных факторов относятся:

- климатические (температура воздуха, количество осадков, режим ветров, температурный режим массива горных пород);
- геолого-структурные (трещинно-разрывная структура прибортового массива горных пород, элементы залегания рудных тел и вмещающих пород, мощности пластов и рудных тел, горно-геометрические и морфологические характеристики месторождения);
- инженерно-геологические (петрографические особенности и характер структурных связей горных пород, определяющий перечень значимых свойств массива пород);
- гидрогеологические (наличие поверхностных вод и водоносных горизонтов, обводненность контактов и структурных нарушений);
- гипергенные (усложнение первичной структуры эрозионными процессами).

К группе горнотехнических относятся факторы, связанные с параметрами карьера, системой разработки и производительностью горного оборудования: способ вскрытия карьерного поля, углы наклона и высота уступов и бортов карьера, разреза, отвала, система разработки, ширина берм и частота их расположения, форма карьера, разреза в плане и его глубина, способ разрушения массива горных пород, наличие подземных горных выработок.

2.2. Расчет устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов должен производиться дифференцированно по классам массивов горных пород:

- класс природных скальных пород – горные породы с жесткими структурными связями, которые разделяются на скальные и полускальные;
- класс дисперсных пород – горные породы с физическими, физико-химическими и механическими структурными связями, которые подразделяются на связные и несвязные. К дисперсным породам также относятся техногенные образования;
- класс мерзлых пород – скальные и дисперсные горные породы с наличием криогенных связей.

2.3. Оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов в массивах скальных и полускальных горных пород должна быть основана на материалах, характеризующих их следующие природные свойства:

- пространственная ориентировка крупных разрывных нарушений между собой и поверхностью карьера, разреза;
- густота и состояние основных систем трещин, их ориентировка относительно поверхности откосов;
- прочностные характеристики пород (прочность на одноосное сжатие и растяжение, прочность на трехосное сжатие, сцепление, угол внутреннего трения, а также длительная прочность на сжатие и растяжение);
- прочностные характеристики контактов пород и других поверхностей ослаблений (сцепление на контакте и угол трения по контакту);
- глубина залегания водоносных горизонтов и их гидродинамические характеристики;
- гидродинамическое давление в приоткосном массиве;
- гидростатическое давление, уменьшающее силу трения по возможной поверхности скольжения;
- деформационные характеристики пород (модуль упругости, модуль деформаций, коэффициент Пуассона, модуль сдвига);
- температурный режим, проявляющийся в непрерывном цикле прогревания-замерзания горных пород;
- параметры природного поля напряжений.

2.4. Оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов в массивах дисперсных горных пород должна быть основана на материалах, характеризующих их следующие природные свойства и факторы:

- набухание, снижение прочности и развитие локальных деформаций уступов и их групп;
- развитие суффозионных и карстовых процессов;
- водонасыщенность пород, наличие водосборных площадей с затруднённой разгрузкой;
- количество атмосферных осадков, характер дождей, мощность снегового покрова и продолжительность его таяния;
- температурный режим района, глубина сезонного промерзания и оттаивания пород;
- режим ветров, их сила, продолжительность и направление;
- гранулометрический и минеральный состав;
- число пластичности и показатель текучести (глинистые породы);

- естественная влажность;
- относительная деформация набухания без нагрузки (глинистые породы);
- относительная деформация просадочности (глинистые породы);
- коэффициенты пористости и водонасыщения (крупнообломочные грунты и пески);
- относительное содержание органического вещества;
- компрессионные свойства пород;
- температурно-прочностные свойства, криогенная структура, льдистость (для криогенных массивов).

2.5. Для обеспечения устойчивости уступов карьеров, разрезов в массивах скальных и полускальных горных пород вблизи предельного контура должны быть учтены способ производства буровзрывных работ, масса заряда и расстояние от места взрыва (Приложение 15).

2.6. Для обеспечения устойчивости уступов карьеров, разрезов в массивах дисперсных пород, склонных к набуханию или размоканию, отвалов должен быть организован дренаж, сток дождевых и талых вод.

2.7. При оценке устойчивости бортов карьеров, разрезов должна быть учтена форма карьерной выемки в плане (Приложение 5).

2.8. При определении общих углов наклона бортов карьеров, разрезов, отвалов необходимо учитывать их подработку подземными горными выработками (Приложение 7), динамические и статические нагрузки от горнотранспортного оборудования (Приложение 10).

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД**

3.1. Объем и методика инженерно-геологических работ (Приложение 2) определяются проектом с учетом степени сложности геологического строения месторождения, а также стадии его освоения (разведка, проектирование, строительство и эксплуатация).

3.2. Состав инженерно-геологических изысканий должен включать:

3.2.1. Для скальных и полускальных массивов: изучение ориентировки и густоты основных систем трещин; испытания прочностных характеристик образцов горных пород (прочности на сжатие и растяжение, сцепление, угол внутреннего трения) и контактов; деформационные характеристики горных пород.

3.2.2. Для дисперсных массивов: изучение гранулометрического и минерального состава, естественной влажности и пористости (коэффициента пористости) пород; для глинистых пород – измерения прочности (сцепление, угол внутреннего трения), коэффициента фильтрации, числа пластичности и показателя текучести, компрессионных

свойств; для мерзлых дисперсных пород – изучение температурно-прочностных свойств, криогенной структуры, льдистости, просадочности.

3.3. Инженерно-геологическое изучение скальных массивов в приконтурной зоне бортов карьеров, разрезов должно выполняться в следующем порядке:

- установление местоположения и ориентировки поверхностей структурного ослабления в приконтурной зоне относительно уступов с определением иерархических уровней;
- определение параметров поверхностей ослабления каждого уровня иерархии, включая протяженность и ширину раскрытия трещин, изменчивость элементов залегания, шероховатость, а также свойства заполнителя;
- определение прочностных и деформационных характеристик массива, структурных блоков скальных пород, и зон, примыкающих к крупным тектоническим нарушениям.

3.4. Ширина приконтурной зоны, в пределах которой выполняется инженерно-геологическое изучение массива, проектируемого карьера, разреза вблизи предельного контура должна составлять не менее 80 м, из них 50 м – за предельным контуром, 30 м – в сторону карьерной выемки (Приложение 2).

3.5. На начальной стадии инженерно-геологического изучения массива положение тектонических нарушений и крупных трещин, а также ориентировка складчатых структур в приконтурной зоне оценивается путем экстраполяции этих элементов.

3.6. По мере углубки карьера необходимо вести картирование структурных элементов массива (Приложение 2).

3.7. На стадии разработке предпроектных решений по отработке месторождений должна создаваться и по мере развития горных работ обновляться геомеханическая модель месторождения, включающая:

- геологическую модель – определяет петрографический состав, изменения, зоны минерализации, сейсмический коэффициент, напряженное состояние;
- структурную модель – основные структуры (плоскости напластования, складчатость, разломы), второстепенные структуры (второстепенные разломы, системы трещин);
- модель породного массива – прочность ненарушенных пород, прочность структур, классификация породного массива, прочность породного массива;
- гидрогеологическую модель – гидрогеологические элементы, гидравлическая проводимость, режимы перетоков, уровни грунтовых вод, распределение порового давления.

3.8. Результаты инженерно-геологического изучения на стадии эксплуатации месторождения являются основой корректировки проектных параметров постановки уступов и бортов карьера, разреза в предельное положение.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ**

4.1. Инженерно-геологическое районирование массивов горных пород по элементам структуры выполняется для объектов ведения открытых горных работ II класса опасности с целью выбора схемы вероятного деформирования, методов расчета устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов, способов управления их устойчивостью. Инженерно-геологическое районирование выполняется специальной группой по наблюдению за устойчивостью или специализированной организацией.

4.2. Основой инженерно-геологического районирования являются материалы геологического и инженерно-геологического изучения месторождения: анализ кернов инженерно-геологических и разведочных скважин, документация по описанию массивов откосов уступов карьеров или разрезов, результаты оценки состояния естественных обнажений (Приложение 2).

4.3. Исходными данными для построения схемы инженерно-геологического районирования месторождения и/или 3-х мерной инженерно-геологической его модели являются сведения об азимутально-угловых характеристиках структурных элементов, физико-механических свойствах горных пород и их петрографических разновидностях (Приложение 2).

Исходными данными для картирования структурных элементов массива являются геологическая карта и разрезы, составленные по материалам геологической разведки, с указанными разрывными нарушениями, элементами залегания складчатости и сланцеватости.

4.4. После начала открытых горных работ структурная съемка элементов массива должна выполняться в скальных и полускальных массивах горных пород по каждому рабочему горизонту по мере продвижения фронта уступов в сторону предельного контура.

По результатам картирования необходимо осуществлять пополнение погоризонтных планов, корректировку схемы инженерно-геологического районирования и/или трехмерных цифровых моделей с нанесением на них следующей информации:

- элементы залегания контактов петрографических разностей пород и руд, разрывных нарушений и контактов слоистости и сланцеватости;
- номера площадок (пикетов) массовых замеров трещиноватости;
- описание мест отбора проб для лабораторных испытаний;
- характеристики поверхностей крупных трещин и участков вывалов и обрушений.

Координаты мест замеров, пикетов, мест отбора проб заносятся в журнал.

Частота и периодичность структурной съемки, пополнения и/или корректировки погоризонтных планов (трехмерных цифровых моделей) определяется интенсивностью ведения горных работ на горизонте и должна обеспечить картирование всех заходок на всех рабочих уступах в пределах приконтурной зоны, шириной не менее 50 м.

Трехмерная цифровая модель должна обеспечивать возможность получения пространственно-координатной привязки результатов замеров в планах и разрезах развития горных работ.

4.5. Местоположение контактов, разрывных нарушений и трещин фиксируется на погоризонтных планах по точкам их пересечения с верхней и нижней бровками уступов. Более мелкие структурные элементы, в том числе и трещины отдельности, изучаются при проведении массовых замеров трещиноватости. При проведении замеров результаты должны заноситься в журнал, в котором для каждой трещины должны фиксироваться: азимут простирания, угол падения, видимая длина трещины, раскрытие трещины, расстояние между соседними трещинами, качественные характеристики поверхности (минерализация, степень шероховатости).

Замеры в обязательном порядке проводятся по всем уступам на каждой заходке в пределах приконтурной зоны с интервалом между точками замеров не более 150 м. В случаях, когда в пределах такого интервала уступ пересекают крупные разломы и/или имеются участки мелкоблочных пород, интервал между точками съемки уменьшается для обеспечения контроля за изменением ориентировки основных систем трещин и оценки характеристик поверхностей структурного ослабления – раскрытие и вид заполнителя полости, ширины зоны опережающих трещин (Приложение 2).

4.5. Для оперативного выявления деформаций группы уступов, поставленных на предельный контур, результаты структурной съемки смежных горизонтов должны быть сопоставлены между собой (Приложение 2)

4.6. Обследования участков бортов карьера, недоступных по условиям безопасности для визуального наблюдения, необходимо проводить с использованием средств дистанционного изучения (Приложение 2).

4.7. Результаты инструментального, визуального и дистанционного обследования состояния массива должны быть увязаны между собой и отражены на схеме инженерно-геологического районирования и/или трехмерной цифровой модели.

4.8. При отборе образцов породы с трещинами для лабораторных испытаний по определению угла трения по контакту трещины с примыкающими к ней структурными блоками вмещающих пород необходимо учитывать описание отобранной пробы – элементов залегания трещины, ее иерархический уровень, характеристик заполнителя,



параметров раскрытия трещины в привязке с профилем поверхности трещины, составленным по полевым замерам.

4.9. Определение ориентировки трещин в массиве горных пород должно производиться по азимуту и углу падения. Запрещается выделение систем трещин по одному из этих параметров с использованием роз-диаграмм.

4.10. Выделение центров рассеяния систем трещин, определение границ каждой системы и средних параметров трещин в пределах каждой из систем должно производиться на основе статистической обработки результатов массовых замеров трещиноватости.

4.10. После определения границ каждой системы трещин и их центров, все построения должны переноситься на равнопромежуточную проекцию, где по номерам трещин определяются средние величины видимой длины, раскрытие и расстояние между соседними трещинами системы, качественные характеристики поверхности трещин и уточняются координаты центров систем с установлением величины среднеквадратических отклонений азимутов и углов падения.

## **5. ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД**

5.1. Гидрогеологическое изучение месторождения необходимо вести на всех этапах обработки месторождения в целях:

- оценки и типизации гидрогеологических условий месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых открытым способом;
- схематизации условий фильтрации подземных вод к открытым горным выработкам и водоприемным системам осушения;
- оценки и прогноза техногенного режима подземных вод;
- оценки и прогноза изменения величины и уровня гидравлических напоров в прибортовых массивах с установлением величины водопритоков в открытые горные выработки;
- оценки влияния поверхностных и подземных вод на устойчивость бортов и уступов;
- обоснования и разработки мероприятий по борьбе с подземными и поверхностными водами, влияющими на устойчивость бортов и уступов горных выработок.
- обоснования и разработки способа осушения месторождения.

5.2. В ходе гидрогеологического изучения массива горных пород должны быть выполнены (Приложение 3):

- опытно-фильтрационные исследования (откачки, наливывы, нагнетания, опытно-

эксплуатационное водопонижение);

- режимные наблюдения за уровнями и напорами подземных вод в прибортовых массивах карьеров, разрезов на этапах их строительства, эксплуатации, консервации и ликвидации;
- стационарные наблюдения за водопротоками в горные выработки карьеров, разрезов;
- контроль эффективности систем дренажа, водоснабжения

Гидрогеологическое изучение массива горных пород выполняется эксплуатирующей или специализированной организацией.

5.3. При необходимости прямые опытно-фильтрационные исследования дополняются косвенными (резистивиметрия, расходометрия, термометрия). Решение о необходимости комплексирования методов принимает организация, ведущая гидрогеологическое изучение массива.

5.4. На месторождениях, сложенных песчано-глинистыми отложениями, наблюдения за уровнем режимом подземных вод проводятся с одновременной фиксацией фильтрационных деформаций. При документации произошедших деформаций фиксируются литологический состав, влажность и пористость пород.

5.5. На месторождениях, сложенных полускальными и скальными породами, не склонными к набуханию, размоканию за счет подземных и атмосферных вод, наряду с наблюдениями за уровнем режимом подземных вод проводится гидрогеологическая съемка бортов карьера с фиксацией отметок выхода подземных вод на откосах. В зимний период оцениваются размеры наледей, образующихся за счет высачивания подземных вод на бортах и на подошве карьера.

5.6. Наблюдения за уровнями (напорами) подземных вод должны выполняться систематически, синхронно с замерами водопритоков в горные выработки, дебитов водозаборов, с замерами уровней поверхностных водоемов и водотоков.

5.7. Регламент наблюдений и параметры наблюдательной сети за уровнем режимом подземных вод на полях эксплуатируемых карьеров определяет организация, ведущая гидрогеологическое изучение массива.

5.8. Глубина наблюдательных скважин определяется строением прибортового массива, проектной и достигнутой глубиной карьера. Скважины должны быть оборудованы отдельно на все водоносные пласты, залегающие в лежачем боку в пределах призмы возможного обрушения прибортового массива.

5.9. При составлении гидрогеологических прогнозов применяются методы: балансовый, аналогии, статистический, гидродинамический.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДАМ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ**

6.1. Устойчивость бортов и уступов карьеров, разрезов, их локальных участков и отвалов должна оцениваться с учетом вида и формы нарушения устойчивости по наиболее вероятной поверхности скольжения (Приложение 4). Отношение удерживающих сил, действующих по наименее устойчивой поверхности в прибортовом массиве, к сдвигающим силам по этой поверхности должно быть не ниже нормативного коэффициента запаса устойчивости (Приложения 5, 6).

Оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов должна производиться методами, предусматривающими построение контура откоса, являющегося внешней границей зоны, во всех точках которой удовлетворяется условие предельного равновесия, либо методами, предусматривающими построение в массиве откоса поверхности скольжения, вдоль которой удовлетворяется условие равновесия (Приложение 5, 6).

6.2. Характер деформирования бортов и уступов карьеров, разрезов, форма потенциальной поверхности скольжения и схема расчета их устойчивости должны определяться исходя из прочности и условий залегания горных пород, характеристик и ориентировки поверхностей крупных структурных нарушений в массиве скальных и полускальных горных пород относительно простирания борта.

6.3. Оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов, определение их параметров должны производиться согласно выбранной схемы расчета устойчивости с учетом геологических и гидрогеологических условий месторождения, параметров природного поля напряжений и влияния внешних сил (Приложение 4) с использованием методов, основанных:

- на теории предельного равновесия «сыпучей среды», включающей также и предельное равновесие связной среды с трением (с подсчетом коэффициента запаса устойчивости методами алгебраического или векторного (метод многоугольника сил) суммирования сил;
- на численном решении дифференциальных уравнений теории сплошной среды (конечных и граничных элементов, конечных разностей, конечно-дискретных элементов) с определением коэффициента запаса методами редукции или анализа напряжений на основе теории предельного равновесия.

6.4. Методы и порядок оценки устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов при комбинированной (открыто-подземной) разработке месторождений должны определяться с учетом последовательности и динамики развития открытых и подземных горных работ в

массиве месторождения, характера сдвижения массива налегающих пород, конструктивных параметров систем разработки, технологии ведения буровзрывных работ, способов управления состоянием массива на открытых и подземных работах (Приложение 7).

6.5. В местах тектонических нарушений при повышении степени трещиноватости пород эксплуатирующая организация должна предусматривать дополнительные меры по обеспечению устойчивости уступов, локальных участков бортов карьеров, разрезов, включая уменьшение угла наклона, укрепление уступов, выбор щадящего режима взрывных работ (Приложения 14, 15).

6.6. Перед проведением расчетов устойчивости бортов и уступов должна составляться геомеханическая модель месторождения, учитывающая генетический тип и геологическую историю, структуру, прочностные и деформационные характеристики рудного и породного массивов, параметры природного поля напряжений (Приложение 2).

Вид модели (двух- или трехмерная) и тип (цифровая, на бумажных носителях) определяются проектом, исходя из горно-геологических особенностей месторождения и предполагаемых сроков эксплуатации карьера, разреза.

6.7. Оценка прочностных и деформационных характеристик горных пород должна производиться на основе испытаний прочностных и деформационных свойств образцов горных пород и результатов изучения структуры массива горных пород (Приложение 8).

Характеристики отвальных пород должны определяться с учетом их гранулометрического состава (Приложение 8).

При отсутствии достоверной информации по прочностным и деформационным характеристикам горных пород, слагающих массив, необходимо использовать справочные материалы (Приложение 8).

Расчетные характеристики прочности горных пород, применяемые для оценки устойчивости откосов и предельных параметров уступов и бортов карьеров, разрезов, должны определяться путем введения в исходные характеристики прочности горных пород нормативного коэффициента запаса устойчивости (Приложение 8).

6.9. При расчете устойчивости уступов, сложенных дисперсными породами и отвалов должно учитываться влияние статических и динамических нагрузок от горнотранспортного оборудования (Приложение 10).

Влияние прочих факторов учитываются совокупно с помощью коэффициента запаса устойчивости (Приложение 11).

6.10. Выбор коэффициента запаса устойчивости рабочих и нерабочих уступов, бортов карьера и разреза, их локальных участков, отвалов должен осуществляться дифференцированно с учетом стадии освоения месторождения (Приложение 11).

Допускается понижение в проекте нормативного коэффициента запаса устойчивости уступов при переходе на безлюдную выемку с применением техники с дистанционным управлением.

## **7 МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ**

7.1. Мониторинг устойчивости должен включать инструментальные и визуальные наблюдения за деформациями уступов, бортов карьеров, разрезов и отвалов, а также инфраструктурных объектов в чаше карьера, разреза или прилегающих к ним территорий в соответствии с проектом мониторинга (Приложение 12).

7.2. Мониторинг устойчивости должен предусматривать:

- наблюдения за деформациями бортов, уступов карьеров, разрезов и отвалов, установление закономерностей и прогноз их развития, выявление причин возникновения;
- гидрогеологические наблюдения;
- прогноз устойчивости бортов и их локальных участков;
- уточнение прочностных характеристик массива по результатам обратных расчетов;
- выявление потенциально опасных участков карьера, разреза и отвалов с последующей разработкой мер, исключающих проявление деформаций, опасных для жизнедеятельности людей и работы оборудования и влекущих за собой снижение экономической эффективности горных работ;
- уточнение допустимых параметров уступов на опасных участках предельного контура карьера, разреза;
- контроль состояния зданий и сооружений, расположенных вблизи или внутри карьера, разреза и отвала;
- гидрогеологические наблюдения.

7.3. Мониторинг устойчивости должен вестись до момента ликвидации карьера или разреза, либо до затухания процесса сдвижения после прекращения горных работ. Признаком затухания процесса сдвижения является не превышение величины смещений за последние 10 лет ошибки измерений.

Мониторинг устойчивости может быть прекращен после завершения открытых работ до ликвидации карьера, разреза при условии отсутствия в пределах опасной зоны охраняемых объектов, а также при условии исключения возможности доступа посторонних лиц в опасную зону.

Границы опасной зоны должны быть определены проектом на отработку

месторождения или проектом ликвидации карьера, разреза.

7.4. При мониторинге устойчивости должны регистрироваться вертикальные и горизонтальные перемещения реперов, установленных на откосах бортов, скорости перемещений, либо координаты реперов, установленных в характерных точках на земной поверхности.

Тип применяемой аппаратуры и необходимая точность наблюдений определяются проектом мониторинга и проектом наблюдательной станции (Приложение 12).

Проект наблюдательной станции должен определять виды и состав наблюдений, регистрируемые величины, критические деформации, точность, периодичность и продолжительность наблюдений, паспортизацию нарушений устойчивости. Величина критических деформаций определяется проектом мониторинга.

В качестве опорных точек наблюдательной сети должны использоваться пункты съемочного и опорного обоснования, удаленные от предельного контура на расстояние не менее 1,5 предельной глубины карьера, разреза.

7.5. Продолжительность мониторинга устойчивости откосов отвалов после окончания отсыпки определяется типом складированных пород и состоянием основания отвала:

- при складировании крепких скальных пород на прочное или многолетнемерзлое основание (при условии сохранения температурного режима) мониторинг может быть прекращен после окончания отвалообразования;
- при складировании слабых дисперсных пород на рыхлое основание мониторинг должен выполняться до затухания процессов сдвижения.

## **8 ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ, УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ**

8.1. Оценка и управление рисками нарушения устойчивости и развития аварийных ситуаций должны выполняться для минимизации негативных последствий от развития деформаций и потери устойчивости бортов карьеров, разрезов, отвалов и их локальных участков (Приложение 13).

При управлении рисками должны учитываться все виды рисков развития деформаций и нарушения устойчивости.

8.2. Процесс управления рисками нарушения устойчивости и развития аварийных ситуаций должен быть непрерывным и постоянным на всех этапах функционирования опасного производственного объекта.

8.3. Процесс оценки и управления рисками нарушения устойчивости и развития аварийных ситуаций должен включать:

- выявление опасных факторов, приводящих к возникновению рисков развития аварийных ситуаций, связанных с нарушением устойчивости бортов карьеров, разрезов и отвалов;
- анализ текущего уровня риска путем количественной оценки вероятностей и тяжести последствий развития аварии с учетом принятых компенсирующих мероприятий;
- оценку приемлемости текущего уровня риска;
- разработку компенсирующих мероприятий в случае превышения уровня риска развития аварии допустимого значения и оценку риска развития аварии в случае реализации компенсирующих мероприятий;
- мониторинг эффективности применения мероприятий по снижению тяжести последствий воздействия выявленных неблагоприятных факторов.

8.4. Для документирования существующих рисков эксплуатирующая организация должна вести реестр рисков.

## **9 УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ УСТУПОВ В ПЕРИОД ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

9.1. Основой управления устойчивостью уступов в период освоения месторождения является контроль за соблюдением проектных решений.

9.2. Мероприятия по управлению устойчивостью в период эксплуатации карьеров, разрезов и отвалов должны разрабатываться на основе результатов мониторинга устойчивости с учетом оценки риска развития критических деформаций.

9.3. В случае выявления или превышения риска развития деформаций допустимых значений (Приложения 5, 14) должны разрабатываться дополнительные мероприятия, включающие:

- изменение этапности отработки участков, изменение параметров предохранительной бермы, корректировку параметров уступов;
- укрепление уступов на отдельных участках;
- осушение массивов водоотводящими каналами, водосбросными скважинами;
- строительство камнеулавливающих сооружений (барьеры, стенки, тросовые и сетчатые завесы);
- формирование призм упора;
- оптимизацию параметров буровзрывных работ;
- изменение направления и режима ведения горных работ;
- химическое упрочнение массива горных пород инъекционными составами;
- промораживание массива в криолитозоне с организацией сохранения теплового режима

- массива в летний период с помощью специальных матов;
- отсыпка предотвалов при слабом основании;
  - отсыпка отвалов в криолитозоне с сохранением температурного режима основания.

9.4. Руководителем организации, эксплуатирующей карьер или разрез, должно быть назначено должностное лицо, осуществляющее общий контроль за выполнением мероприятий по ведению горных работ в опасной зоне, и установлена периодичность предоставления информации техническому руководителю.

9.5. Мероприятия по управлению устойчивостью выполняются по проектам ведения работ, разработанным с учетом действующих требований промышленной безопасности, утвержденным техническим руководителем эксплуатирующей организации.

Для разработки мероприятий могут привлекаться проектные и/или специализированные организации.

## **10 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ**

10.1. В плане ликвидации аварии, разрабатываемом организацией, эксплуатирующей карьеры, разрезы и отвалы, должны быть предусмотрены позиции по обеспечению безопасности при обнаружении критических деформаций в бортах карьеров, разрезов и отвалов. Значения критических деформаций эксплуатирующая организация устанавливает в проекте мониторинга самостоятельно или с привлечением специализированной организации.

10.2. При обнаружении критических деформаций необходимо:

- незамедлительно поставить в известность диспетчера (ответственного руководителя работ по ликвидации аварий) для введения в действие соответствующей позиции плана ликвидации аварии, оповещения персонала и вывода людей из аварийных участков;
- оповестить персонал по средствам аварийной сигнализации и вывести людей из аварийных участков;
- организовать систему маркшейдерского наблюдения за развитием деформаций на аварийном участке;
- разработать мероприятия по обеспечению безопасности горных работ с привлечением проектных или специализированных организаций.

10.3. Мероприятия по обеспечению безопасности при обнаружении критических деформаций должны разрабатываться для конкретных условий развития критических деформаций и утверждаться техническим руководителем эксплуатирующей организации.



10.4. Мероприятия по ликвидации последствий развития критических деформаций в бортах карьеров, разрезов и отвалов, либо по их стабилизации должны проводиться на основании проекта ведения работ, разработанного с привлечением проектных или специализированных организаций, утвержденного техническим руководителем эксплуатирующей организации и согласованного с территориальными органами исполнительной власти в области промышленной безопасности.

## Перечень приложений

**Приложение 1.** Основные понятия и определения

**Приложение 2.** Методы и порядок инженерно-геологического изучения массива горных пород и составления структурной модели месторождения

**Приложение 3.** Методы и порядок гидрогеологического изучения месторождения

**Приложение 4.** Виды и форма нарушения устойчивости, классификация деформаций. выбор вероятных схем деформирования участков бортов карьеров, разрезов и отвалов

**Приложение 5.** Методы оценки устойчивости уступов и бортов карьеров и разрезов

**Приложение 6.** Методы оценки устойчивости отвалов

**Приложение 7.** Методы и порядок оценки устойчивости откосов бортов карьеров и разрезов при комбинированной (открыто-подземной) разработке месторождений

**Приложение 8.** Методы оценки прочностных и деформационных свойств массива горных пород

**Приложение 9.** Методы районирования участка недр в соответствии с условиями управления состоянием массива горных пород при открытой разработке месторождений

**Приложение 10.** Учет влияния статических и динамических нагрузок горнотранспортного оборудования на устойчивость бортов карьеров, разрезов и отвалов

**Приложение 11.** Выбор коэффициента запаса устойчивости бортов, их участков, рабочих и нерабочих уступов карьеров и разрезов

**Приложение 12.** Методы мониторинга состояния устойчивости бортов карьеров, разрезов и отвалов

**Приложение 13.** Оценка риска развития деформаций и нарушения устойчивости бортов карьеров, разрезов и отвалов

**Приложение 14.** Способы управления устойчивостью бортов карьеров, разрезов и отвалов

**Приложение 15.** Учет землетрясений и сейсмического воздействия взрывов на устойчивость бортов и уступов карьеров и разрезов. методы и порядок взрывания при постановке уступов бортов карьеров и разрезов в предельное положение