**Проект**

**ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
«Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов
карьеров, разрезов и отвалов»**

**Содержание**

[1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4](#_Toc9861803)

[2 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 6](#_Toc9861804)

[3 ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ И РАЙОНИРОВАНИЮ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД 9](#_Toc9861805)

[4. ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД 11](#_Toc9861806)

[5 ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 12](#_Toc9861807)

[6 МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 17](#_Toc9861808)

[7 ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ, УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 18](#_Toc9861809)

[8 УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ УСТУПОВ В ПЕРИОД ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ 19](#_Toc9861810)

[9 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ 20](#_Toc9861811)

[Приложение 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 22](#_Toc9861812)

[Приложение 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И РАЙОНИРОВАНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ 29](#_Toc9861813)

[Приложение 3. МЕТОДЫ И ПОРЯДОК ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ 45](#_Toc9861814)

[Приложение 4. ВИДЫ И ФОРМА НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ, КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФОРМАЦИЙ, ВЫБОР ВЕРОЯТНЫХ СХЕМ ДЕФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ БОРТОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 58](#_Toc9861815)

[Приложение 5. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ УСТУПОВ И БОРТОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ 71](#_Toc9861816)

[Приложение 6. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВОВ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОТВАЛОВ 94](#_Toc9861817)

[Приложение 7. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ И РАЗРЕЗОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ (ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ) РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 126](#_Toc9861818)

[Приложение 8. ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД 130](#_Toc9861819)

[Приложение 9. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗОК ОТ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ЯРУСОВ ОТВАЛОВ 135](#_Toc9861820)

[Приложение 10. ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ, ИХ УЧАСТКОВ, РАБОЧИХ И НЕРАБОЧИХ УСТУПОВ КАРЬЕРОВ И РАЗРЕЗОВ 138](#_Toc9861821)

[Приложение 11. МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 140](#_Toc9861822)

[Приложение 12. ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 161](#_Toc9861823)

[Приложение 13. СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ БОРТОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ 163](#_Toc9861824)

[Приложение 14. УЧЕТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ И РАЗРЕЗОВ 172](#_Toc9861825)

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов» (далее – Правила) устанавливают требования к оценке устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов и предупреждению обрушений и оползневых явлений.

1.2. Правила разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, N 30, ст. 3588; 2000, N 33, ст. 3348; 2003, N 2, ст. 167; 2004, N 35, ст. 3607; 2005, N 19, ст. 1752; 2006, N 52, ст. 5498; 2009, N 1, ст. 17, ст. 21; N 52, ст. 6450; 2010, N 30, ст. 4002; N 31, ст. 4195, ст. 4196; 2011, N 27, ст. 3880; N 30, ст. 4590, ст. 4591, ст. 4596; N 49, ст. 7015, ст. 7025; 2012, N 26, ст. 3446; 2013, N 9, ст. 874; N 27, ст. 3478), Законом Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. N 2395-1 «О недрах» (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1992, N 16, ст. 834; Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, N 10, ст. 823; 1999, N 7, ст. 879; 2000, N 2, ст. 141; 2001, N 21, ст. 2061; N 33, ст. 3429; 2002, N 22, ст. 2026; 2003, N 23, ст. 2174; 2004, N 27, ст. 2711; N 35, ст. 3607; 2006, N 17, ст. 1778; N 44, ст. 4538; 2007, N 27, ст. 3213; N 49, ст. 6056; 2008, N 18, ст. 1941; N 29, ст. 3418, ст. 3420; N 30, ст. 3616; 2009, N 1, ст. 17; N 29, ст. 3601; N 52, ст. 6450; 2010, N 21, ст. 2527; N 31, ст. 4155; 2011, N 15, ст. 2018, ст. 2025; N 30, ст. 4567, ст. 4570, ст. 4572, ст. 4590; N 48, ст. 6732; N 49, ст. 7042; N 50, ст. 7343, ст. 7359; 2012, N 25, ст. 3264; N 31, ст. 4322; N 53, 7648; 2013, ст. 2312), постановлением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2010 г. N 39 «Об утверждении Положения о государственном надзоре за безопасным ведением работ, связанных с пользованием недрами, и о внесении изменений в Положение о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, N 6, ст. 651; 2011, N 41, ст. 5750; 2013, N 24, ст. 2999), требованиями 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. (в ред. Приказа Ростехнадзора от 21.11.2018 N 580) N 599 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 02 июля 2014 г., регистрационный N 32935), Федеральными нормами и правилами 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).

1.3. Настоящие Правила устанавливают 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, методам мониторинга их устойчивости, определяют меры по предупреждению оползневых явлений на всех стадиях проектирования, строительства, реконструкции, эксплуатации и ликвидации (консервации) карьеров, разрезов и отвалов.

1.4. Настоящие Правила предназначены для организаций, осуществляющих проектирование, строительство, эксплуатацию и ликвидацию (консервацию) 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, реконструкции, технического перевооружения, эксплуатации и ликвидации (консервации).

1.5. 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.

1.6. Проектная документация на строительство, реконструкцию, техническое перевооружение, эксплуатацию и ликвидацию (консервацию) карьеров, разрезов и отвалов должна содержать обоснование параметров уступов и бортов и перечень мер по обеспечению и мониторингу их устойчивости.

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

1.8. Выбор параметров бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, обоснование их устойчивости должен основываться на результатах инженерно-геологического и гидрогеологического изучения природных и техногенных залежей минерального сырья и 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), отвалообразования, ликвидации горных выработок и последствий вредного влияния горных разработок.

1.9. Наблюдение за устойчивостью уступов, бортов карьера, разреза и отвалов должно осуществляться маркшейдерской службой организации, эксплуатирующей объекты ведения горных работ, либо привлекаемой специализированной организацией, имеющей лицензию на производство маркшейдерских работ.

Порядок и периодичность наблюдений определяется проектом производства маркшейдерских работ.

Организация, эксплуатирующая объекты ведения открытых горных работ II класса опасности должна создавать специальную группу в составе маркшейдерской службы организации по наблюдению за устойчивостью уступов, бортов карьера, разреза и отвалов. Состав группы утверждает технический руководитель эксплуатирующей организации и принимает решения по привлечению в её состав представителей специализированной организации, имеющих лицензию на производство маркшейдерских работ.

1.10. В случае выявления в процессе строительства, реконструкции, эксплуатации, ликвидации (реконструкции) отклонений свойств и/или структуры массива горных пород от заложенных в расчеты устойчивости при проектировании должен проводиться перерасчет параметров устойчивости бортов и уступов с учётом новых исходных данных с привлечением проектных и/или специализированных организаций.

Допустимые параметры устойчивости бортов, уступов карьера, разреза и отвала предусматриваются проектными решениями.

1.11. Для определения параметров устойчивости бортов и уступов карьера, разреза и отвала при осуществлении второй и последующих очередей строительства, реконструкции или техническом перевооружении, эксплуатации, ликвидации (консервации) должны учитываться результаты инженерно-геологического изучения массива и мониторинга устойчивости на предыдущих этапах отработки месторождения и работ по отвалообразованию.

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

2.1. В проектной документации должны быть учтены факторы, влияющие на устойчивость уступов и бортов карьеров, разрезов, отвалов, объединённые в две группы: природные и горнотехнические.

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 приводится в проекте 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 производится по результатам изысканий, характеризующих данный массив:

* пространственная ориентировка крупных разрывных нарушений между собой и поверхностью карьера, разреза;
* густота, протяженность и состояние основных систем трещин, их ориентировка относительно поверхности откосов;
* физические характеристики горных пород;
* прочностные характеристики пород;
* прочностные характеристики контактов пород и других поверхностей ослаблений;
* глубина залегания водоносных горизонтов и их гидродинамические характеристики;
* гидродинамическое давление в приоткосном массиве;
* гидростатическое давление, уменьшающее силу трения по возможной поверхности скольжения;
* деформационные характеристики массива пород;
* 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 производится по результатам изысканий, характеризующих данный массив:

* 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 горных пород и контактов, криогенная структура, льдистость.

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 14).

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 И РАЙОНИРОВАНИЮ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

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

3.2. Состав инженерно-геологических изысканий должен включать:

3.2.1. Для скальных и полускальных массивов: изучение ориентировки, густоты, протяженности и наличия заполнителя основных систем трещин; определение физических характеристик горных пород, прочностных свойств горных пород и контактов, деформационных характеристик горных пород.

3.2.2. Для дисперсных массивов: изучение гранулометрического и минерального состава, естественной влажности и пористости пород; измерение сцепления, угла 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 включать:

- установление местоположения и ориентировки поверхностей ослабления в приконтурной зоне относительно уступов с определением иерархических уровней;

- определение параметров поверхностей ослабления каждого уровня иерархии, включая густоту, 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 разрывным нарушениям.

3.4. Ширина приконтурной зоны, в пределах которой должно выполняться инженерно-геологическое изучение массива определяется геометрическими размерами призмы возможного обрушения и зависит от конструктивных параметров проектируемого карьера (Приложение 4).

3.5. Инженерно-геологическое изучение массива должно начинаться с определения пространственного положения крупных разрывных нарушений, выделения основных систем трещин и ориентировки складчатых структур в приконтурной зоне. По мере углубки карьера необходимо вести картирование структурных элементов массива.

3.6. На стадии разработки предпроектных решений по отработке месторождения должна быть определена геомеханическая модель месторождения, описывающая:

- петрографический и минеральный состав массива горных пород;

- основные и второстепенные структуры (разломы, напластование, складчатость, системы трещин);

- прочность пород в образце, сопротивление сдвигу по поверхностям ослабления, прочность массива пород;

- гидрогеологические элементы, гидравлическая проводимость, режимы перетоков, уровни подземных вод, распределение порового давления;

- сейсмичность территории, характеристики природного поля напряжений;

- существующие выработки и пустоты.

3.7. Вид геомеханической модели (двух- или трехмерная) и тип (цифровая, на бумажных носителях) определяется проектом. По мере развития горных работ геомеханическая модель месторождения должна уточняться на основе инженерно-геологического изучения массива горных пород.

3.8. Результаты инженерно-геологического изучения на стадии эксплуатации месторождения являются основой для корректировки проектных параметров уступов и бортов карьера, разреза и отвала. Скорректированные проектные параметры уступов и бортов карьера, разреза и отвала устанавливаются проектом реконструкции или технического перевооружения.

3.9. Инженерно-геологическое районирование массивов горных пород должно выполняться в пределах горного отвода для объектов ведения открытых горных работ II класса опасности и содержать: границы однородных участков, схемы вероятного деформирования, методы расчета устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов, способы управления их устойчивостью.

Инженерно-геологическое районирование должно выполняться специальной группой по наблюдению за устойчивостью в соответствии п. 1.8 Правил или специализированной организацией.

3.10. Основой инженерно-геологического районирования являются материалы геологического и инженерно-геологического изучения месторождения на всех стадиях его освоения.

# 4. ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

4.1. Гидрогеологическое изучение месторождения необходимо вести на стадиях проектирования, строительства и отработки месторождения.

Гидрогеологическое изучение месторождения должно включать:

- 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 прогноз 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;

- оценки влияния изменения гидрогеологических условий в процессе отработки месторождения на охраняемые природные и техногенные объекты.

4.2. В ходе гидрогеологического изучения массива горных пород должны быть выполнены:

- опытно-фильтрационные исследования (откачки, наливы, 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.

4.3. Решение о необходимости дополнения прямых опытно-фильтрационных исследований косвенными (резистивиметрия, расходометрия, термометрия) принимает организация, ведущая гидрогеологическое изучение массива.

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

4.5. На месторождениях, сложенных полускальными и скальными породами, не склонными к набуханию, размоканию за счет подземных и атмосферных вод, наряду с наблюдениями за уровенным режимом подземных вод проводится гидрогеологическая съемка бортов карьера или разреза 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 или разреза.

4.6. 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.

4.7. Регламент наблюдений и параметры наблюдательной сети за уровенным режимом подземных вод на полях эксплуатируемых карьеров, разрезов и прилегающей территории в пределах горного отвода определяет организация, ведущая гидрогеологическое изучение массива.

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

4.9. Выбор метода гидрогеологического прогноза (балансовый, аналогии, статистический, гидродинамический) осуществляет организация, ведущая гидрогеологическое изучение массива.

# 5 ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ

5.1. Устойчивость бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов должна оцениваться по наиболее напряженной поверхности на базе выявленных вида и форм деформирования участков массива, определяющихся его прочностью и структурой, ориентировкой протяженных трещин относительно поверхности проектируемых откосов (Приложение 4).

Наиболее напряженная поверхность в массиве бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов должна определяться в соответствии с масштабным уровнем участка массива: уступ, группа уступов, борт.

5.2. Оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, определение их параметров должны производиться на основе детерминированного и/или вероятностного подходов с учетом природных и горнотехнических факторов методами:

- теории предельного равновесия;

- численного моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород.

При определении параметров бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов устойчивость должна обеспечиваться на всех масштабных уровнях: уступ, группа уступов, борт.

Выбор подхода и методов расчета осуществляется проектной или специализированной организацией (Приложения 5, 6).

5.3. При детерминированном подходе критерием устойчивости является коэффициент запаса устойчивости, который должен быть не меньше нормативного. При вероятностном подходе критерием устойчивости является допустимая вероятность развития деформации. Значения нормативного коэффициента запаса устойчивости и допустимая вероятность деформации должны определяться проектом с учетом размещения элементов инфраструктуры (Приложение 10).

5.4. Оценка устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов при комбинированной (открыто-подземной) разработке месторождений должна выполняться с учетом последовательности развития открытых и подземных горных работ, характера сдвижения налегающих пород, конструктивных параметров систем разработки, технологии ведения буровзрывных работ, способов управления состоянием массива на открытых и подземных работах (Приложение 7).

5.5. Расчеты устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов должны выполняться раздельно для выделенных на этапе инженерно-геологического районирования месторождения участков массива горных пород с учетом ориентировки протяженных поверхностей ослабления относительно откосов уступов и бортов.

5.6. Минимально допустимая ширина берм должна определяться в проекте при расчете устойчивости уступов карьеров, разрезов и отвалов.

5.7. При расчете устойчивости уступов карьеров и разрезов, сложенных полускальными и дисперсными породами, и отвалов, формируемых из глинистых или полускальных пород и из смеси глинистых и скальных пород, должно учитываться влияние статических и динамических нагрузок от горнотранспортного оборудования (Приложение 9).

5.8. Оценка физико-механических свойств горных пород должна производиться по результатам испытаний прочностных и деформационных свойств образцов горных пород и/или полевых испытаний, изучения структуры массива горных пород.

Прочностные свойства отвальных пород должны определяться с учетом их гранулометрического состава.

На эксплуатируемых месторождениях оценка физико-механических свойств массива должна быть уточнена по фактам произошедших деформаций.

5.9. На этапе предпроектной проработки при отсутствии информации по прочностным и деформационным свойствам массива горных пород и поверхностей ослаблений необходимо использовать справочные материалы (Приложение 8).

5.10. Основные факторы, влияющие на устойчивость при комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии, которые должны быть учтены при решении геомеханических задач в конкретных горно-геологических и гидрогеологических условиях:

* мощность, угол падения и глубина разработки месторождения;
* последовательность и порядок развития открытых и подземных горных работ на месторождении;
* размер очистных выработок, последовательность прохождения и взаимного положения границ очистных выработок;
* структурные особенности массива горных пород (строение вмещающих пород, наличие разрывных и пликативных нарушений, изменчивость залегания пород) и физико-механических свойств пород;
* способ управления горным давлением;
* скорость подвигания забоев и скорость открытых и подземных горных развития работ.
* воздействие массовых взрывов в карьере и подземном руднике (сейсмическое воздействие на распределение напряжений в массиве горных пород, выброса горной массы в карьер и подземные выработки, воздействие ударно-воздушной волны и т.д.);
* изменение физико-механических свойств массива горных пород под воздействием открытых и подземных горных работ при эксплуатации месторождения;
* сдвижение и деформации горных пород в зоне влияния открытой и подземных выработок с образованием зон повышенных деформаций массива и земной поверхности, трещин, воронок и провалов;
* концентрация сдвигающих и нормальных напряжений в массиве горных пород под влиянием открытых и подземных работ;
* нарушенность массива горных пород подземными выработками, незатампонированными скважинами, наличие карстовых полостей и пустот отработанных очистных выработок, не заполненных или не полностью заполненных закладкой;
* необходимость сохранения участков бортов карьеров на период открыто-подземной и/или подземной отработки запасов за предельным контуром карьера;
* влияние климатических условий, включая промерзание и оттаивание массива, а также внезапные прорывы воды, газов или пульпы в карьер и подземные горные выработки.

5.11. Геомеханические задачи, решаемые при комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии в конкретных горно-геологических и гидрогеологических условиях:

* изучение напряженного состояния массива горных пород и особенностей сдвижения и деформирования массива горных пород и земной поверхности, а также прогнозирование изменения этих параметров под влиянием развития горных работ;
* оценка изменения физико-механических характеристик руды и вмещающих пород под влиянием горных работ;
* определение размеров предохранительного целика (естественного или искусственного) между карьером и подземными горными работами;
* расчет толщины потолочины над отдельными участками (камерами) выработанного пространства и под обводненными участками горного массива;
* обоснование приоритетного порядка отработки месторождения или его участка;
* расчет параметров опорных целиков;
* определение допустимой площади обнажения кровли очистного пространства;
* обоснование необходимой прочности закладочного массива.

Для решения указанных задач эксплуатирующей организацией должна быть сформирована геомеханическая служба (отдельно либо в составе маркшейдерской службы организации) и создана система геомеханического мониторинга состояния массива (Приложение 11).

5.12. Необходимо не реже двух раз в год производить оценку изменения геомеханического состояния породного массива, на срок не менее 10 лет составлять прогноз этого изменения под воздействием факторов, влияющих на устойчивость при комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии.

5.13. Контроль за изменением геомеханического состояния породного массива под влиянием горных работ производится с помощью инструментальных наблюдений. Наблюдения за сдвижением земной поверхности проводятся на наблюдательных станциях, состоящих из системы реперов, закладываемых в грунт, а за сдвижением толщи горных пород - по глубинным реперам, закладываемым в специально пробуренные скважины или горные выработки. Крайние пункты профильной линии должны быть заложены вне зоны деформаций, возникающих при углубке карьера до проектной глубины, а также вне зоны влияния подземных горных работ при комбинированном способе разработки.

5.14. Основные задачи по наблюдению и контролю за обеспечением безопасных условий на руднике и в карьере:

* организация и проведение инструментальных наблюдений за деформациями бортов, откосов уступов и подкарьерного целика;
* увязка очистных работ на руднике и в карьере (в пространстве и во времени) при составлении планов горных работ;
* контроль за бурением разведочных скважин, участие в составлении локальных проектов погашения пустот;
* выявление участков, опасных по образованию воронок и провалов;
* участие в составлении совмещенного (скоординированного) графика взрывных работ в карьере и руднике;
* контроль за буровзрывными работами, вентиляцией и водоотливом;
* разработка мер по уменьшению сейсмического воздействия массовых взрывов на опорные целики, потолочины, борта карьера, а также на сооружения промплощадки;
* контроль за полнотой закладки выработанного пространства в шахте и качеством приготовления закладочного материала.

5.15. Необходимо вести учет и наносить на маркшейдерскую документацию все скважины и сформированные полости с указанием их состояния: свободная, затампонированная, заложенная закладочным материалом, заполненная обрушенными породами.

# 6 МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ

6.1. 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 производства маркшейдерских работ.

Для объектов ведения горных работ II класса опасности должен быть разработан проект мониторинга устойчивости, который должен предусматривать:

- наблюдения за деформациями бортов, уступов карьеров, разрезов и отвалов, установление закономерностей и прогноз их развития, контроль границ их распространения и выявление причин возникновения и развития деформаций;

- обоснование допустимых параметров деформирования массива;

- гидрогеологические наблюдения;

- прогноз устойчивости бортов и их локальных участков;

- накопление информации и уточнение прочностных характеристик массива горных пород для последующей корректировки параметров уступов, бортов карьеров и отвалов;

- выявление потенциально опасных по фактору нарушения устойчивости участков карьера, разреза и отвала.

- контроль за развитием процессов сдвижений вблизи предельного контура и объектов инфраструктуры.

6.2. 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 значениями фактических смещений за последние 10 лет ошибки измерений.

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

Границы опасной зоны должны быть определены проектом на отработку месторождения или проектом ликвидации карьера, разреза и отвала.

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

- на отвалах, сформированных скальными породами на горизонтальном прочном или многолетнемерзлом основании (при условии сохранения температурного режима), мониторинг может быть прекращен;

- на отвалах, сформированных на наклонном прочном или наклонном многолетнемерзлом (при условии сохранения температурного режима), а также на слабом основании, мониторинг должен выполняться до полного затухания процессов сдвижения.

6.4 Тип применяемой аппаратуры, виды и состав наблюдений, регистрируемые величины, необходимая точность и периодичность наблюдений, необходимость паспортизации деформаций определяются проектом производства маркшейдерских работ или проектом наблюдательной станции (Приложение 12). Наблюдения осуществляются маркшейдерским, в том числе с применением наземных и аэрокосмических методов, геофизическим и геотехническим оборудованием, организациями, имеющими маркшейдерскую лицензию.

Для объектов ведения горных работ II класса опасности критерии безопасности по видам наблюдений устанавливаются проектом мониторинга устойчивости.

6.5. В качестве опорных точек наблюдательной сети должны использоваться пункты маркшейдерской сети, расположенные за зоной сдвижения прибортового массива.

Для определения положения опорных точек наблюдательной сети допускается использовать спутниковые навигационные системы.

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

7.1. Организация, ведущая строительство, эксплуатацию и ликвидацию (консервацию) карьеров, разрезов и отвалов, должна осуществлять оценку и управление рисками нарушения устойчивости, развития аварийных ситуаций, 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.

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

7.3. 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.

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

# 8 УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ УСТУПОВ В ПЕРИОД ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

8.1. Основой управления устойчивостью уступов в период освоения месторождения является контроль за соблюдением проектных решений и в случае возникновения угрозы нарушения устойчивости выработка компенсирующих мер, включающих:

- изменение направления и режима ведения горных работ, параметров предохранительных берм, корректировка параметров уступов;

- зачистка предохранительных берм;

- укрепление уступов на отдельных участках;

- осушение массивов водоотводящими каналами, водосбросными скважинами;

- строительство камнеулавливающих сооружений (барьеры, стенки, тросовые и сетчатые завесы);

- формирование призм упора;

- оптимизация параметров буровзрывных работ;

- оборка заколов на уступах с применением специальной техники;

- химическое упрочнение массива горных пород инъекционными составами;

- ведение горных работ только в период отрицательных температур;

- 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;

- изменение режима отсыпки отвалов.

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

8.3. В местах выхода тектонических нарушений на контур уступов и при повышении степени трещиноватости пород, а также на особо ответственных участках эксплуатирующая организация должна предусматривать дополнительные меры по обеспечению устойчивости уступов, локальных участков бортов карьеров, разрезов, включая уменьшение угла наклона, увеличение ширины предохранительной бермы, укрепление уступов, выбор щадящего режима взрывных работ (Приложение 13).

8.4. Должностное лицо, осуществляющее общий контроль за выполнением мероприятий по ведению горных работ в опасной зоне, должно быть назначено приказом руководителя организации, эксплуатирующей карьер или разрез, с установлением периодичности предоставления информации техническому руководителю организации.

8.5. Мероприятия по управлению устойчивостью должны выполняться по проектам ведения работ, разработанным в соответствии с действующими требованиями промышленной безопасности, утвержденным техническим руководителем эксплуатирующей организации.

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

# 9 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

9.1. В плане ликвидации аварии, разрабатываемом организацией, эксплуатирующей карьеры, разрезы и отвалы, должны быть предусмотрены позиции по обеспечению безопасности при возможных нарушениях устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов. Меры реагирования персонала эксплуатирующая организация устанавливает самостоятельно или с привлечением специализированной организации.

Для объектов ведения горных работ II класса опасности проектом мониторинга устойчивости должны быть определены значения критических деформаций.

9.2. При обнаружении нарушений устойчивости или 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.

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

9.4. 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 государственного горного надзора.

#