

**ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА  
В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
«ПРАВИЛА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДЗЕМНЫХ  
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых» (далее – 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; 2018, N 31, ст.4860) и направлены на обеспечение устойчивости подземных горных выработок различного назначения.

2. Правила устанавливают требования к способам обеспечения устойчивости подземных горных выработок, организации систем наблюдений за развитием деформационных процессов, мерам по предупреждению риска развития критических деформаций на всех стадиях проектирования, эксплуатации, технического перевооружения, ремонта подземных горных выработок на протяжении всего срока их службы.

3. Требования Правил являются обязательными для организаций, ведущих горные работы при подземной разработке месторождений твердых полезных ископаемых на территории Российской Федерации и на иных территориях, над которыми Российская Федерация осуществляет юрисдикцию в области недропользования в соответствии с законодательством Российской Федерации и нормами международного права (далее – эксплуатирующие организации), проектных и специализированных организаций, привлекаемых эксплуатирующей организацией для выполнения проектных и научно-исследовательских работ.

4. Требования Правил должны соблюдаться при разработке проектной и иной документации по проведению, креплению и поддержанию подземных горных выработок.

5. Крепление горных выработок и их сопряжений должно выполняться в соответствии с проектной документацией и документацией по креплению и управлению кровлей, разрабатываемой эксплуатирующей организацией.

Крепёж должен обеспечить рабочее состояние горных выработок и безопасную работу в них в течение всего срока их эксплуатации.

При изменении горно-геологических условий на объектах добычи полезных ископаемых подземным способом, предусмотренных проектной документацией, должны вноситься изменения в документацию по креплению и управлению кровлей на основании фактической горно-геологической обстановки, классификации массива горных пород и утверждаться техническим руководителем эксплуатирующей организации.

Паспорта крепления и управления кровлей (далее паспорта крепления) должны составляться с учетом назначения, конкретных горно-геологических и горнотехнических условий проходки выработок и их срока службы и определять для каждой горной выработки и их сопряжений меры безопасного производства работ, тип и параметры крепи, способы и последовательность крепления. Паспорта крепления разрабатываются эксплуатирующей организацией и утверждаются техническим руководителем рудника (шахты).

При изменении горно-геологических и горнотехнических условий паспорт крепления пересматривается. При ухудшении горно-геологических условий работы в горной выработке должны быть остановлены до пересмотра (внесения изменений) в паспорт крепления.

Паспорт крепления должен состоять из текстовой части (пояснительной записки) и графического материала.

Текстовая часть должна содержать сведения о выемочном участке, описание принятых решений по креплению и управлению кровлей, пояснения, расчеты и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения.

Графическая часть отображает принятые технологические, технические и иные решения и должна быть выполнена в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме. схему и порядок подготовки блока, панели, камеры, забоя, выработки с указанием их параметров.

6. Эксплуатирующая организация должна обеспечить:

изучение геологических, инженерно-геологических, гидрогеологических условий проходки и поддержания выработок на месторождении или его участке;

контроль за соблюдением проектных параметров выработок;

контроль за состоянием горных выработок, камер и целиков;

разработку и проведение мероприятий по обеспечению устойчивости выработок на выявленных опасных участках, контроль эффективности проведенных мероприятий.

7. Эксплуатирующая организация должна осуществлять мониторинг процессов деформирования и разрушения массива пород и крепи выработок. Решением руководителя эксплуатирующей организации может создаваться специальная группа (служба) по мониторингу геомеханических процессов и управлению состоянием массива.

8. При проходке и эксплуатации поземных горных выработок должен выполняться следующий комплекс работ:

отбор и описание образцов пород из керна скважин, штуфов пород в пройденных горных выработках, их хранение для последующего определения физико-механических свойств;

полевое определение прочности пород и картирование массива скальных и полускальных пород при проходке выработок с замерах ориентировки, протяженности и интенсивности трещин для основных систем;

документирование водопроявлений;

наблюдение за проявлениями горного давления и сдвижением горных пород;

документирование вывалов горной массы, фактов деформирования, повреждения и разрушения крепи;

интерпретация и обобщение собранных геомеханических данных и результатов мониторинга с определением рейтинговых характеристик качества массива для выбора крепи (для скальных и полускальных массивов);

ведение базы геомеханических данных, необходимых для создания, пополнения, актуализации и заверки блочной геомеханической модели месторождения (при ее наличии);

прогнозы геомеханических условий ведения горных работ и развития опасных геомеханических процессов.

Состав комплекса работ, порядок их выполнения и исполнители определяются техническим руководителем эксплуатирующей организации.

9. Допустимые отклонения геометрических параметров выработок, камер, целиков от проектных, а также первоначальные значения критериев безопасности (критические деформации, раскрытие трещин, размеры вывалов, величины деформаций) должны содержаться в проектной документации. В ходе эксплуатации критерии безопасности могут уточняться по результатам мониторинга и вносятся в документацию по креплению и управлению кровлей.

Все зафиксированные отклонения геометрических параметров выработок, камер, целиков от значения критериев безопасности должны заноситься в журнал осмотра крепи и состояния горных выработок. При превышении критерия безопасности должен производиться ремонт выработки и/или крепи.

10. При обосновании изменения способов (мер) обеспечения устойчивости горных выработок в процессе проектирования, вскрытия и эксплуатации месторождения и при осуществлении технического перевооружения должны учитываться результаты изучения массива горных пород и мониторинга состояния подземных выработок.

11. На руднике (шахте) должен быть организован мониторинг за деформацией подземных горных выработок, а при комбинированной разработке дополнительно бортов, уступов, откосов карьера (разреза). При выявлении критических значений деформации выработок разрабатываются и реализуются мероприятия по ликвидации возникшей ситуации (перекрепление выработок, запрет на передвижение по ним и т.д.).

12. Устойчивость выработок обеспечивается горными мерами охраны и защиты.

13. Горные меры охраны и защиты выработок применяются самостоятельно либо в различных сочетаниях друг с другом. Горные меры охраны выработок обеспечиваются:

расположением выработок и/или их элементов в массивах более высокого класса качества или в разгруженном массиве (защищенной зоне);

оставлением предохранительных целиков, исключаящих вредное влияние очистных работ на горные выработки;

определением рационального расположения выработок, в том числе с учетом расстояний, исключаящих их взаимное влияние;

заданием благоприятных направлений горизонтальных и наклонных выработок относительно геологических структур и максимальных напряжений в массиве горных пород;

выбором оптимальной формы и минимально необходимого сечения выработок.

Горные меры защиты выработок обеспечиваются:

специальными способами проходки (упрочнение, замораживание, осушение, бурение опережающих скважин, торпедирование массива, применение забивной крепи);

контурным взрыванием;

проходкой стволов и восстающих методом бурения или механизированным способом;

разгрузкой массива от высоких действующих напряжений (щелевая разгрузка, камуфлетное взрывание, бурение разгрузочных скважин и шпуров, разгружающие выработки);

забутовкой, тампонажем закрепного пространства;

использованием податливых типов крепи и элементов податливости;

закладкой куполов и отдельных участков выработок с последующей их перепроходкой и перекреплением.

14. Горные меры охраны и защиты выработки определяются в проекте с учетом прогнозируемых или наблюдаемых на практике механизмов деформирования (разрушения) приконтурного массива и корректируются техническим руководителем рудника (шахты) по результатам анализа параметров случившихся вывалов и деформаций.

## **I. Факторы, определяющие качество массива и устойчивость подземных горных выработок**

15. Устойчивость выработок, допустимые типы и параметры крепи определяются совокупностью природных (неуправляемых) и горнотехнических (управляемых) факторов.

16. К природным факторам, определяющим естественное состояние (класс качества) массива горных пород, относятся:

пространственная ориентировка, частота, протяженность основных систем трещин в массиве, характеристики сопротивления сдвигу по поверхностям ослабления;

наличие крупных тектонических нарушений;

обводненность массива;

склонность пород к выветриванию, размоканию;

температурный режим;

физико-механические свойства;

величина и направление действия природных напряжений;

17. К горнотехническим факторам, определяющим устойчивость выработок, относятся:

форма и размеры выработок;

взаимное расположение выработок, в том числе их подработка и надработка очистными работами;

назначение и срок службы выработок;

направления проходки выработок;

способы проходки и обеспечения устойчивости выработок;

тип применяемых крепей и их характеристики;

способ управления состоянием массива (горным давлением) при ведении очистных работ, очередность и порядок отработки запасов.

Перечень значимых природных факторов (возможные схемы деформирования или разрушения приконтурного массива) определяется для каждого месторождения и должен быть приведен в проектной документации на пользование участком недр. Перечень факторов уточняется в процессе эксплуатации месторождения (участка недр).

18. Различают три основных механизма потери устойчивости породных обнажений в выработках (формы проявления горного давления), наблюдающиеся в разных горно-геологических и геомеханических условиях:

вывалы, обрушения, отслоения блоков/слоев с контура выработки по трещинам под действием собственного веса, приводящие к увеличению поперечного сечения (структурная или кинематическая неустойчивость);

раздавливание пород на контуре выработки действующими напряжениями;

сдавливание (конвергенция контура) выработки в результате больших смещений раздавленного законтурного массива.

Описание форм неустойчивости породных обнажений в выработках приведено в приложении № 2 к Правилам.

19. Механизм потери устойчивости выработок (схемы деформирования или разрушения приконтурного массива) должен быть определен на стадии проектирования и уточняется эксплуатирующей организацией в процессе отработки месторождения на основе анализа параметров обрушений и деформаций.

## **II. Требования к инженерно-геологическому и гидрогеологическому изучению массива горных пород**

20. Состав, объем и методика инженерно-геологических и гидрогеологических исследований для оценки условий обеспечения устойчивости выработок определяются программой исследований, проектами геологического изучения недр, результатами геологоразведочных работ, техническими проектами разработки месторождения, утверждаемыми недропользователем, и зависят от изученности и стадии освоения месторождения, степени сложности его инженерно-геологических и гидрогеологических условий, а также вида добываемого полезного ископаемого. Рекомендуемый состав программы исследований приведен в приложение № 1 к Правилам.

21. Ответственным за выполнение инженерно-геологических и гидрогеологических исследований на стадии эксплуатации является технический руководитель рудника (шахты).

22. На поисковой и оценочных стадиях геолого-разведочных работ инженерно-геологические и гидрогеологические условия района устанавливаются на основании результатов геолого-съемочных работ, геофизических исследований и характеристик месторождений, сходных по петрографическим особенностям и генезису, инженерно-геологическим, гидрогеологическим и горнотехническим условиям (месторождения-аналоги).

23. На стадии детальной разведки оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий основывается на результатах бурения скважин специального назначения (геомеханических и гидрогеологических), которые допускается совмещать с геологоразведочными, а также результатами геофизических работ. При этом выделяются потенциально неблагоприятные по устойчивости участки или участки пород с низкой прочностью (менее 10 МПа в образце), интенсивной трещиноватостью (более 4 тр/м), тектоническими нарушениями для последующего заложения на них дополнительных инженерно-геологических скважин.

24. На стадии эксплуатационной разведки (вскрытия и освоения месторождения) оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий выполняется на основе бурения скважин эксплуатационной разведки, документирования контура горных выработок, результатов геофизических работ, работ по оценке природного поля напряжений.

25. В процессе инженерно-геологических и гидрогеологических исследований в местах проектируемого положения выработок, а также при ведении проходческих работ должны быть определены следующие показатели и параметры:

характер залегания пород и угол их падения;

петрографический состав пород и мощность отдельных слоев;

данные о трещиноватости пород (число, интенсивность и пространственная ориентировка основных систем трещин, морфология плоскостей ослабления, наличие и тип заполнителя);

сведения о пространственном положении участков с ослабленной устойчивостью вмещающих пород, зон выветривания, тектонического дробления, карстообразования;

данные о физико-механических свойствах пород, в том числе при естественной влажности и, при наличии размокаемых пород - в водонасыщенном состоянии;

наличие и величины водопритоков, количество водоносных горизонтов, их фильтрационные и емкостные параметры, а также условия питания, разгрузки и гидравлической связи (друг с другом и с поверхностными водами);

для районов распространения многолетнемерзлых горных пород: характеристики криогенности массива, льдистости и температуры, толщины слоя сезонного промерзания, характеристики инженерно-геокриологических процессов;

склонность горных пород к хрупкому разрушению.

В случае если выработка вскрывает водоносный горизонт (водоносный комплекс) необходимо производить прогнозный расчёт притоков, для уточнения локальных гидрогеологических условий.

26. Оценка первоначального поля природных напряжений выполняется на стадии детальной разведки на основе результатов анализа геологического, тектонического и геоморфологического строения месторождений-аналогов. На стадии вскрытия и отработки месторождения оценка напряженного состояния уточняется по данным натурных измерений. Необходимость проведения работ по оценке напряженного состояния на данном этапе определяется программой работ в зависимости от условий эксплуатации и вида полезного ископаемого.

Проектирование вертикальных выработок (стволов) основывается на результатах инженерно-геологических и гидрогеологических исследований, полученных путем бурения вертикальных контрольно-стволовых скважин, содержащих характеристику физико-механических свойств и структурной нарушенности массива горных пород по всему интервалу бурения. На выбросоопасных и особо выбросоопасных участках месторождений, а также при оценке удароопасности месторождения ствол контрольно-стволовой скважины

должен лежать в пределах сечения проектируемой вертикальной выработки, на невыбросоопасных и угрожаемых – не далее 15 м от контура ствола. При контрольно-стволовом бурении скважина бурится под максимально возможным углом так, чтобы забой скважины не вышел за пределы ствола, а для невыбросоопасных и угрожаемых месторождений – не далее 15 м от контура ствола. Окончательная длина контрольно-стволовых скважин принимается с расчетом на бурение глубже нижней проектной отметки проектируемого ствола не менее чем на 15м. Для вертикальных контрольно-стволовых скважин детальное изучение физико-механических свойств и структурной нарушенности пород выполняется по всему интервалу бурения.

В случае приближения забоя ствола при его проходке к зоне контакта соляной залежи с водоносным горизонтом на расстояние не менее 20 м из забоя ствола должно производиться контрольно-разведочное бурение.

27. Вид (двух- или трехмерное представление) и тип (цифровая и/или на бумажных носителях) геомеханической и гидрогеологической моделей по результатам инженерно-геологических и гидрогеологических исследований определяет эксплуатирующая организация.

### **III. Классы качества массива и категории устойчивости выработок**

28. Для массивов скальных и полускальных пород выделяют следующие классы качества:

- очень хорошее (класс качества I);
- хорошее (класс качества II);
- удовлетворительное (класс качества III);
- плохое (класс качества IV);
- очень плохое (класс качества V).

29. Для массивов соляных и солесодержащих пород качество массивов допускается не определять.

30. Основные положения оценки качества массивов скальных и полускальных горных пород, склонных к хрупкому или близкому к нему механизму разрушения, к квазипластическим деформациям, а также вывалам, приведены в приложении № 2 к Правилам. Допускается выбирать, разрабатывать новые или адаптировать существующие методики оценки качества массивов для конкретного месторождения с учетом его природных особенностей с утверждением техническим руководителем рудника (шахты).

31. Проектная и/или эксплуатирующая организация с учетом сочетания природных и горнотехнических факторов определяет категории устойчивости выработок. Различают следующие категории устойчивости выработок:

- I – весьма устойчивая;
- II – устойчивая;
- III – средней устойчивости;
- IV – неустойчивая;
- V – весьма неустойчивая.

Критерии отнесения к категориям устойчивости выработок приведены в приложении №2 к Правилам.

#### **IV. Выбор крепи подземных горных выработок**

32. При выборе типа и параметров крепи необходимо учитывать весь процесс взаимодействия крепи выработок с горными породами в течение всего периода проходки и эксплуатации выработок, в том числе:

- возможный механизм деформирования массива;
- глубину размещения выработки и фактическое напряженное состояние вмещающего массива;
- геологическое строение пород, их природную и наведенную трещиноватость;

исходные и меняющиеся в условиях эксплуатации выработок свойства окружающих пород;

физико-механические свойства горных пород;

прочностные и деформационные характеристики материалов крепи и заполнителя закрепного пространства;

характер и степень влияния других выработок и прочих дополнительных воздействий.

33. На стадии проектирования по предполагаемым механизмам деформирования массива или на стадии эксплуатации в ходе уточнения горно-геологических условий по результатам анализа произошедших деформаций (фактам нарушения крепи) для каждой категории устойчивости выработок определяются допустимые виды крепи, время нахождения выработки в незакрепленном состоянии и отставание крепи от забоя.

34. На стадии проектирования допускается выбор типов крепи на основании опыта отработки месторождения или месторождений-аналогов.

35. В зависимости от сочетания природных и горнотехнических факторов проходка выработки осуществляется без использования крепи либо с применением предохранительной, временной, постоянной крепи, методов опережающего крепления или используется комбинация перечисленных способов обеспечения устойчивости в соответствии с принятыми проектными решениями.

36. При выборе жестких типов крепи должна учитываться зависимость нагрузок, воспринимаемых крепью, от места установки крепи (расстояния от проходческого забоя).

37. При наличии в кровле горной выработки неустойчивых пород, обрушающихся в проходческом забое до установки основной поддерживающей крепи, горные выработки проходят с присечкой этих пород либо с проведением специальных мероприятий по предупреждению обрушений кровли (применение

опережающей крепи, упрочнения пород, комбинированной подхват-затяжки, сводчатой формы кровли). Указанные мероприятия должны быть предусмотрены документацией по креплению и управлению кровлей.

38. При проектировании крепи выработки, а также других элементов подземных конструкций должна предусматриваться их защита от воздействия агрессивных сред.

Установление степени агрессивности сред, а также меры по защите от их воздействий производятся с учетом возможности изменения степени минерализации и химического состава вод в процессе освоения месторождения.

39. Расчет крепи включает определение ее параметров (толщина, длина, расстояние между несущими элементами, податливость, жесткость) в зависимости от прогнозируемых нагрузок и механизма разрушения массива в соответствии с приложением № 3 Правил.

40. Выбор расчетных схем и методов расчета крепи выработок производится в зависимости от режима их работы, механизма деформирования массива, конструкции и условий работы крепи на контакте крепи с массивом горных пород.

41. Параметры крепи рассчитывают исходя из возможных неблагоприятных сочетаний нагрузок и воздействий, которые действуют одновременно при проходке или эксплуатации выработок с учетом технологии проведения выработок и возведения крепи.

42. Расчеты крепи производятся как для варианта требуемых крепей на всех выделенных участках выработки с одинаковыми горно-геологическими условиями и физико-механическими свойствами пород, так и для различных вариантов объединения смежных участков с разными свойствами пород.

43. При отсутствии методов статического расчета, соответствующих прогнозируемому механизму разрушения массива пород, определение усилий в сложных конструкциях крепи допускается осуществлять на основе натуральных

наблюдений и лабораторных экспериментов, включая численное и физическое моделирование.

44. Расчетные и нормативные характеристики материалов крепи принимаются с учетом их работы в подземных условиях и рекомендаций завода-изготовителя.

45. Толщину набрызг-бетонного покрытия, используемого в качестве несущей конструкции, определяют с учетом неровности контура выработки. Толщина набрызг-бетона, используемого в качестве изолирующего покрытия, принимается эксплуатирующей организацией без расчета, но не менее 20 мм.

46. При условии обеспечения гладкого контура выработки набрызг-бетонное покрытие учитывается при расчетах параметров крепи как распорная конструкция, работающую совместно с прилегающим массивом пород.

47. Если по условиям технологии проходки нельзя гарантировать создание гладкого контура выработки, несущая способность набрызг-бетонного покрытия не учитывается при расчетах параметров крепи.

48. Параметры анкерной крепи назначаются с учетом опыта ее применения в аналогичных инженерно-геологических условиях. Обоснование параметров анкерной крепи предусматривает два варианта расчетных схем:

«подвешивание» неустойчивой части массива (свода обрушения) к более устойчивым породам;

укрепление («сшивка») блоков (слоев) в армокаменную конструкцию.

Несущая способность анкерной крепи на этапе проектирования, определяется по аналитическим методикам, либо по опыту эксплуатации месторождений-аналогов

49. Применение анкеров на основе закрепляющих цементных и полимерных вяжущих составов, а также набрызг-бетона допускается при обеспечении условий для нормального твердения омоноличивающих растворов.

50. При применении анкеров, в том числе фрикционных анкеров, и набрызг-бетона в многолетнемерзлых породах должны быть обеспечены: закрепление анкеров и сцепление набрызг-бетонного покрытия с породой при температуре породного массива; несущая способность крепи и сохранение ее работоспособности при возможном оттаивании мерзлоты.

51. Конструктивные параметры рамной крепи определяются расчетом по условию совместности деформирования массива и элементов крепи.

52. Отставание временной и постоянной крепи от забоя определяется применяемой технологической схемой проходки, горно-геологическими условиями (классом качества массива, категорией устойчивости выработок). При IV категории устойчивости выработки отставание временной крепи не должно превышать шага ее установки. Проходка выработок в массивах V категории устойчивости выработки ведется с применением опережающей крепи и/или специальных мер защиты.

Техническим руководителем рудника (шахты) должны быть организованы проверочные испытания крепи в процессе эксплуатации, а также определены периодичность и объем проверочных испытаний.

## **V. Обеспечение устойчивости вертикальных вскрывающих горных выработок**

53. При проектировании вертикальных вскрывающих выработок необходимо:

избегать пересечения вертикальной выработкой крупных крутопадающих тектонических нарушений;

обеспечивать возможность размещения околоствольного двора в устойчивых, прочных породах;

принимать меры, исключая или снижающие воздействие на стволы очистных работ, водопонижения и близлежащих либо сопрягающихся выработок;

на соляных и калийных рудниках стволы располагать в местах, где над солевыми пластами имеется водозащитная толща горных пород или покровная каменная соль мощностью не менее 15 м.

54. Вертикальные стволы проектируются круглого поперечного сечения. Для наклонных стволов принимается круглая, прямоугольная или сводчатая форма сечений.

55. Выбор типа и расчет параметров крепи вертикальных и наклонных вскрывающих выработок производится дифференцированно для устья, протяженной части и участков сопряжений согласно проектной документации. При несоответствии горно-геологических условий, рассмотренных в проектной документации, допускается изменение типа и параметров крепи вертикальных вскрывающих выработок с внесением изменений в проект.

56. Устье вертикальных и наклонных стволов должны крепиться монолитной бетонной и/или железобетонной крепью. Протяженность его определяется проектом в зависимости от глубины залегания коренных пород.

57. Общий приток воды в действующий ствол длиной до 800 м не должен превышать 5 м<sup>3</sup>/час; допускается увеличение этого притока из расчета 0,5 м<sup>3</sup>/час на каждые последующие 100 м ствола. При этом проектом должны быть предусмотрены меры по водоподавлению, разработаны конструктивные решения по улавливанию и отводу из ствола сверхнормативных притоков воды. Остаточный приток воды в пройденный ствол калийной или соляной шахты не должен превышать 0,15 м<sup>3</sup>/час. Не допускается фильтрация надсолевых подземных вод через крепь ствола ниже кейлькранцев.

58. В монолитной бетонной и железобетонной крепи шахтных стволов необходимо применять тяжелый бетон не ниже класса В15.

59. Специальные способы проходки вертикальных вскрывающих выработок применяют в рыхлых и неустойчивых массивах IV и V класса качества, в устойчивых массивах с высоким прогнозируемым притоком воды, в

удароопасных массивах или опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа.

60. При проектировании расположения сопряжений вертикальных выработок с горизонтальными выработками необходимо избегать участков массива, имеющих IV и V классы качества или предусмотреть проходку сопряжений с применением опережающей крепи и/или специальных способов проходки в зонах нарушенных пород.

61. При проектировании сопряжений ствола с горизонтальными выработками и камерами для исключения их влияния на ствол необходимо:

в скальных и полускальных породах III класса качества на расстоянии от ствола не менее 30 м, а в породах IV и V класса качества – не менее 50 м крепить их жесткой крепью;

в соляных и солесодержащих породах III–V класса качества, сопряжения крепятся податливой крепью или жесткой крепью с податливыми элементами;

в породах I и II класса качества тип крепи не регламентируется.

62. Погашаемые околоствольные выработки I–III категории устойчивости должны закладываться на расстоянии от ствола до 10 м, а IV и V категории устойчивости – до 30 м. Технология работ и состав смеси должны обеспечивать заполнение всего объема закладываемого участка, исключая критические деформации контуров выработки. Параметры закладки определяются проектом.

63. В процессе проходки ветви сопряжения стволов с околоствольными дворами горизонтов должны проводиться на длину не менее 10 м, а ветви сопряжения стволов с приствольными выработками разного назначения – на длину не менее 5 м.

## **VI. Требования к поддержанию камерных выработок общерудничного (общешахтного) назначения**

64. Все камерные выработки общерудничного (общешахтного) назначения, должны быть закреплены.

65. Выбор типа крепи и расчет ее параметров проводится в зависимости от класса качества массива с учетом степени воздействия очистных работ, других выработок. Вне зависимости от класса качества массива должны соблюдаться следующие требования:

крепь выработок, примыкающих к камерам на расстоянии не менее удвоенной ширины выработки, но не менее 5 м, а также против самой камеры, должна иметь деформационные характеристики, близкие к деформационным характеристикам крепи камеры;

крепь камер, сооружаемых в породах, склонных к размоканию и набуханию, в которых при эксплуатации находятся шахтные воды (водосборники, осветляющие резервуары), должна выполняться с гидроизоляцией или рассчитываться с учетом снижения прочности пород и дополнительных нагрузок на крепь за счет набухания пород;

при расположении складов взрывчатых материалов и камер электрооборудования в обводненных породах необходимо предусматривать специальные мероприятия по их гидроизоляции;

в камерах, примыкающих к стволам, балки металлоконструкций под оборудование и для грузоподъемных средств не должны стыковаться с армировкой стволов;

крепление балок перекрытий под оборудование и подъемно-транспортные приспособления в камерах должно проектироваться так, чтобы исключить непосредственное воздействие на балки деформаций, возникающих в результате смещений пород.

## **VII. Мониторинг состояния выработок**

66. Для своевременного выявления опасных зон и прогнозирования опасных ситуаций эксплуатирующая организация должна осуществлять мониторинг состояния выработок и крепи. Визуальный мониторинг является обязательным для все эксплуатируемых выработок. Решение о введении инструментального мониторинга принимается техническим руководителем рудника (шахты) в зависимости от назначения выработок, их состояния и скорости развития деформаций и сроков необходимого ремонта.

67. Визуальный мониторинг состоит из трех основных видов:

визуальный осмотр;

визуальные наблюдения;

визуальные обследования.

68. Все работники, занятые на подземных горных работах, должны вести визуальный осмотр выработок и крепи. При обнаружении признаков ухудшения состояния выработки и/или деформаций крепи работник обязан сообщить о выявленных фактах своему непосредственному руководителю или лицу, ответственному за мониторинг на руднике (шахте). Признаки ухудшения состояния горных выработок и крепи приведены в приложении № 5 Правил.

69. На рудных и соляных месторождениях визуальные наблюдения должны осуществляться во всех действующих выработках с периодичностью, установленной техническим руководителем рудника (шахты), но не реже двух раз в месяц. Закрепление горных выработок за лицами технического надзора, порядок и периодичность визуальных наблюдений устанавливаются техническим руководителем рудника (шахты).

70. Периодичность визуальных наблюдений угольных шахт вне зоны влияния очистных работ - не реже одного раза в месяц, а в зонах влияния очистных работ - ежедневно.

71. Визуальные обследования должны осуществляться во всех действующих выработках комиссией, возглавляемой техническим

руководителем объекта на ежеквартальной основе. Результаты обследования представляется в акте обследования и на его основе графика перекрепления (при выявлении нарушений крепи), утверждаемого руководителем рудника (шахты).

72. Порядок визуального мониторинга определяется для каждого рудника (шахты) эксплуатирующей организацией. Возможные виды мониторинга приведены в приложении № 5 Правил.

73. Крепь и армировка подземных горных выработок, служащих для спуска, подъема людей и грузов, подлежат ежесуточным визуальным осмотрам. Порядок и периодичность осмотров крепи вертикальных стволов, оборудованных системами непрерывного контроля плавности движения скипов и противовесов, должны устанавливаться техническим руководителем рудника (шахты), но не реже одного раза в неделю.

74. При обнаружении деформаций, повреждений крепи или армировки, превышающих критерии безопасности, нарушении нормальной работы подъема (застревание клетки или скипа в стволе, неплавное движение клетки или скипа по проводникам) эксплуатация ствола должна быть немедленно прекращена до приведения крепи и армировки в безопасное состояние.

75. Обследования состояния крепи ствола, а также закрепного пространства производится комиссией, назначаемой техническим руководителем рудника (шахты) не реже одного раза в два года.

76. При обследовании состояния стволов калийных и соляных рудников должны осуществляться:

учет притоков рассола и отбор проб не реже одного раза в месяц;

визуальная проверка интервалов расположения кейлькранцев, болтовых соединений тубингов и пикотажных швов не реже одного раза в квартал.

77. Стволы, служащие только для вентиляции, должны осматриваться не реже одного раза в год, для чего они должны оборудоваться соответствующими устройствами (клетью, бадьей, спасательной лестницей) или предусматривать

осмотр с использованием сканирующего оборудования совместно с фото- и видеофиксацией, позволяющими провести оценку состояния контуров необорудованного вентиляционного ствола.

78. На основании результатов мониторинга устойчивости выработок на участках проявления деформаций, превышающих критерии безопасности, пересматриваются состав и периодичность наблюдений и определяются мероприятия по приведению выявленных участков в безопасное состояние.

79. Общее руководство и ответственность за мониторинг устойчивости выработок возлагаются на технического руководителя рудника (шахты).

### **VIII. Оценка и управление рисками потери устойчивости подземных выработок**

80. Организация, ведущая эксплуатацию или ликвидацию (консервацию) объектов подземных горных работ, должна осуществлять оценку геомеханических рисков. По результатам оценки разрабатываются и внедряются мероприятия, направленные на минимизацию последствий потери устойчивости горных выработок в соответствии с приложением № 6 Правил.

81. Прогнозный уровень риска потери устойчивости или развития критической деформации выработок (далее – уровень риска) оценивается в соответствии с выявленными механизмами деформирования, а также факторами риска, связанными с технологическими условиями ведения горных работ (качество крепления, обводненность, категория устойчивости).

82. Оценка геомеханических рисков выполняется в процессе эксплуатации объекта ведения горных работ на основании критериев безопасности, установленных проектной документацией и уточненных в процессе эксплуатации рудника (шахты). Допускается применение качественных, полуколичественных и количественных методов оценки риска, указанных в приложении № 6 Правил.

83. Геомеханические риски оцениваются как в масштабах всего рудника (шахты), так и в масштабах локального участка.

84. На основании проведенного анализа рисков выполняется их ранжирование и составляется реестр выявленных опасностей.

85. Реестр опасностей является основным результатом качественного анализа уровня риска потери устойчивости выработки, который используется на протяжении всего срока эксплуатации рудника (шахты).

86. Реестр опасностей должен содержать описание и оценку каждой выявленной опасности по разделам (перечень необходимых разделов уточняется для каждого предприятия):

опасность;

вероятность;

последствия;

числовой уровень риска (в соответствии с матрицей рисков);

меры по снижению риска;

вероятность (после применения мер);

последствия (после применения мер);

числовой уровень риска после применения мер (в соответствии с матрицей рисков).

87. Процесс оценки уровня риска носит итерационный характер. Обновление реестра рисков производится повторно по мере получения дополнительной информации, а также уточнения и изменения исходных данных.

## **IX. Требования к ремонту горных выработок**

88. Выработки, в которых имеются нарушения крепи, изменения габаритов сечения и другие деформации, исключающие возможность эксплуатации выработки в соответствии с проектом, подлежат ремонту. Состав работ по ремонту должен обеспечить восстановление состояния выработки и ее крепи до

параметров, предусмотренных документацией по креплению и управлению кровлей.

89. Текущий (малый) ремонт, не требующий остановки технологических процессов в выработке, включающий замену отдельных элементов крепи (подхватов, затяжек, отдельных несущих элементов), восстановление поврежденной торкрет-бетонной крепи, зачистку почвы выработки при ее пучении, подсыпку выполняется под руководством сменного мастера по согласованию с начальником участка или его заместителем.

90. Внеплановый (средний) ремонт, требующий временной остановки технологических процессов в выработке, предусматривающий устранение повреждений, связанных с заменой крепи на отдельных участках выработки, усиление крепи путем установления дополнительных элементов, подпорку почвы без перестилки рельсового пути, выполняется под руководством начальника участка по согласованию с техническим руководителем рудника (шахты).

91. Восстановительный ремонт, требующий остановки технологических работ в выработке на период более одной смены, заключающийся в перекреплении выработок на протяженных участках, в том числе изменении типов и конструкций крепи, расширении выработок до проектных размеров, подпорке почвы с перестилкой рельсового пути, восстановлении или сооружении новых конструкций оснащения выработок, выполняется под руководством технического руководителя рудника (шахты).

92. Персонал эксплуатирующей организации проводит ремонтные работы на основе наряд-допуска на выполнение работ. Работы, связанные с ремонтом выработки, выполняют не менее двух рабочих, которые должны быть ознакомлены под подпись с документацией по креплению и управлению кровлей.

Перед выполнением работ в горной выработке она должна быть осмотрена лицом технического надзора на предмет безопасного производства работ в ней.

93. При выполнении ремонтных работ подрядной организацией должен оформляться акт-допуск. В нем эксплуатирующая объект организация должна указывать опасные факторы, определять границы участка или объекта, где допускаемая организация может выполнять работы и несет ответственность за их безопасное производство. Акт-допуск должен определять допуск и условия производства работ подрядчиком с учетом согласованных организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ. Прилагаемые к акту-допуску документы и их форма устанавливаются внутренними распорядительными документами эксплуатирующей организации. Акт-допуск выдается на время производства ремонтных работ на срок, определяемый заказчиком. Акт-допуск оформляется письменно в двух экземплярах и подписывается представителями обеих сторон.

После окончания ремонтных работ организация-подрядчик (исполнитель) обязана передать исполнительную документацию эксплуатирующей организации.

94. Работы по перекреплению подземных выработок, замены элементов крепи или обделки, ликвидацию последствий обрушений, прорывов воды или грунтовых масс, все ремонтные работы в стволах шахт, а также работы, связанные с расширением поперечного сечения выработок, должны выполняться в соответствии с проектом производства работ, утвержденным техническим руководителем рудника (шахты).

95. Проект производства работ разрабатывается на основании дефектной ведомости, составленной по результатам обследования состояния поврежденного участка выработки.

96. В проекте производства работ указывают перечень нарушений, подлежащих устранению, их причины, ведомость объемов работ, порядок и

график их выполнения, мероприятия по организации безопасных условий производства ремонта, оборудование и материалы для ремонта, выделяя мероприятия, направленные на предупреждение развития нарушений крепи, деформаций породных обнажений в период выполнения ремонта и меры контроля. При необходимости выпуска породы и образования пустот указывается порядок безопасного выполнения работ.

Графическая часть проекта производства работ должна содержать сечение и продольный разрез выработки, тип и основные параметры ранее установленной крепи, характер ее нарушений (повреждений) и величины смещений, состояние породных обнажений (наличие трещин, вывалов), тип и параметры вновь возводимой крепи.

97. По результатам выполненного ремонта подземной горной выработки вносятся изменения в паспорт крепления.

98. После выполнения ремонтов крепи или армировки ствол шахты должен быть осмотрен лицом, назначенным руководителем шахты, проведены пробный спуск и подъем подъемного сосуда с занесением результатов осмотра в журнал осмотра состояния стволов шахт.

99. Движение самоходного горнотранспортного оборудования, не связанного с ремонтом, на ремонтируемых участках выработок запрещается.

100. Из мест производства ремонтных работ должен быть организован выход на ближайший рабочий горизонт, на поверхность или в параллельную выработку.

101. В случаях, когда устранение нарушений угрожает жизни и здоровью людей или способствует возникновению аварии, все работы должны быть немедленно прекращены, люди должны быть выведены в безопасное место. Порядок продолжения ремонтных работ в данных ситуациях определяется комиссией, возглавляемой техническим руководителем рудника (шахты).

Приложение 1 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденным приказом Ростехнадзора от №

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОХОДКИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**

1. Деление горных пород на классы в зависимости от прочности структурных связей осуществляется в соответствии с таблицей 1.

2. Инженерно-геологические и гидрогеологические работы выполняются на основе разработанной программы изучения, которая должна содержать:

    виды и методы инженерно-геологического изучения, которые должны соответствовать целям и стадии исследований;

    объем бурения и назначение каждой скважины (если предусмотрено их бурение);

    виды исследований в стволе скважины, включая геофизические;

    способ ориентирования керна (в случае бурения с ориентированным керном) или съемки стенок скважин (при необходимости), а также методы определения искривления ствола скважины;

    методику документирования керна, включающую его фотографирование;

    участки отбора образцов для определения физико-механических свойств;

    состав гидрогеологических исследований;

    план и геологические разрезы с визуализацией стволов скважин и предполагаемых границ пересечения разрывных нарушений, геологических контактов;

мероприятия по контролю качества бурения, повышению выхода керна и его документированию;

состав и методы лабораторных испытаний;

требования к отчету о проведенных работах.

3. На этапе вскрытия и отработки месторождения инженерно-геологическое и гидрогеологическое изучение должно осуществляться на основе документирования горных выработок и геомеханического описания геологоразведочных скважин. Допускается определение параметров залегания поверхностей ослабления на методами дистанционной съемки.

4. При документировании выработок выполняется:

геологическое описание по всей длине выработки;

оценка физико-механических свойств пород;

замеры и описание трещиноватости горных пород;

описание деформаций, в том числе образования сколов, вывалов, обрушений кровли и боков выработок, случаев горных ударов и внезапных выбросов породы, прогибания и куполения кровли, пучения и текучести глинистых пород, выдавливания глин в горные выработки из зон обрушения;

описание обводненности горных пород, ее взаимосвязи с трещиноватостью, закарстованностью.

При документировании геологоразведочных скважин выполняется:

геологическое описание по всей длине скважины;

замеры или описание трещиноватости горных пород с указанием расположения точек измерений, ориентировки трещин, расстояния между трещинами смежных систем, ширины раскрытия трещины, ее стенок и типа заполнителя трещины;

описание обводненности горных пород, ее взаимосвязи с трещиноватостью, закарстованностью;

описание тектонических нарушений.

Таблица 1. Классы горных пород в зависимости от прочности структурных связей

Класс пород	Описание пород	Характеристика	Прочностные свойства	Физические свойства	Способ проведения выработок
IA. Прочные скальные	Невыветрелые и слабыветрелые изверженные и метаморфические породы, крепкие осадочные: кварцевые песчаники, известняки, конгломераты	Слаботрещиноватые, слабыветриваемые, не набухают, не наблюдаются пластические деформации. Характерна анизотропия свойств в условиях залегания	Сопротивление сжатию более 50 МПа, разрыву более 3 МПа. Крепость $f_{кр} > 5$	Плотность более 2,65 г/см <sup>3</sup> , пористость – доли процента. Скорость распространения продольных волн $V_p$ более 4,0 км/с	Буровзрывной
IB. Полускальные	Изверженные и метаморфические породы, осадочные: глинистые и песчано-глинистые сланцы, глинистые и известковистые песчаники, аргиллиты, алевролиты, мергели, известковистые конгломераты, брекчии, угли	Трещиноватые, интенсивно выветриваются, не набухают, не размокают, не пластичны. Характерна анизотропия свойств в условиях залегания	Сопротивление сжатию 8–50 МПа, сопротивление разрыву 2–3 МПа. Крепость $f_{кр}=2–5$	Плотность 2,20–2,65 г/см <sup>3</sup> , пористость до 15%. Скорость распространения продольных волн $V_{рот}$ от 2,0 до 4,0 км/с	Механи- зированный и буровзрывной
IIA. Дисперсные рыхлые несвязные	Каменистые и щебеночные накопления, галечники, пески	Породы деформируются пластически	Сцепление минимально или полностью отсутствует, крепость $f_{кр} < 2$ , сжимаемы	Плотность 1,40–1,90 г/см <sup>3</sup> , пористость 25–40%. Скорость распространения продольных волн 0,2–1,8 км/с	Механи- зированный

Класс пород	Описание пород	Характеристика	Прочностные свойства	Физические свойства	Способ проведения выработок
<p>IIВ. Дисперсные мягкие связные</p>	<p>Сильновыветрелые или полностью дезинтегрированные изверженные и метаморфические, все разновидности глин, супеси и суглинки, мел, моренные и делювиальные отложения</p>	<p>Набухают, размокают, пластичны, интенсивно выветриваются и осыпаются</p>	<p>Прочность зависит от влажности и плотности, но всегда менее 8 МПа. Крепость <math>f_{кр} &lt; 2</math></p>	<p>Плотность от 1,10–2,10 г/см<sup>3</sup>, пористость от 20–80%, влажность от 10–80%. Скорость распространения продольных волн изменяется от 0,3 до 2,2 км/с</p>	<p>Механизированный</p>
<p>III. Специфичные</p>	<p>Породы особого состава, состояния и свойств (многолетнемерзлые, соли)</p>	<p>Горные породы характеризуется специфическими свойствами, требуют специальных методов исследований и индивидуальной оценки</p>			<p>В зависимости от свойств пород</p>

5. По результатам инженерно-геологического изучения угольных месторождений устанавливаются:

границы литологических типов пород и углей;

трещиноватость пород (азимутально-угловые характеристики основных систем трещин, интенсивность трещиноватости, определенная по основным системам трещин, протяженность, раскрытие и характер поверхности трещин, наличие и тип заполнителя);

характер и степень вторичных изменений состава и свойств углей и углевмещающих пород;

слоистость, наличие тектонических нарушений с их описанием;

необходимость на месторождении осушительных или укрепительных работ и условия их проведения;

зоны выветривания пород, ее мощности, физико-механические свойства выветрелых пород на разных глубинах, интенсивность трещиноватости, определенная по основным системам трещин;

физико-механические свойства массива пород и угольных пластов.

6. При инженерно-геологическом изучении рудных и гипсовых месторождений необходимо учитывать:

наличие в массиве пород зон ослабления различного генезиса (трещиноватость пород, их текстура, зоны дробления и милонитизации, наличие глинки трения);

наличие в массиве зон повышенного горного давления (дискование керна);

петрографический состав пород и его вторичные изменения, связанные с гидротермальными процессами и метаморфизмом;

развитие процессов выветривания;

изменчивость прочностных свойств различных петрографических разновидностей пород, а также внутри них;

типизацию пород по петрографическим признакам для последующей оценки возможности распространения их физико-механических свойств, полученных в дискретных точках наблюдений (скважинах), на всю площадь распространения соответствующих типов пород.

7. Инженерно-геологическое изучение массивов горных пород, приуроченных к месторождениям соли, включает:

анализ геологической структуры месторождения и положения полезного ископаемого относительно водоупорных и водоносных слоев разреза соляных и солесодержащих пород;

изучение карстовых процессов и явлений (соляной карст) по площади месторождения и на глубине;

изучение зоны выветривания, ее мощности и водопроницаемости;

изучение физико-механических свойств соли и вмещающих пород, а также водозащитной толщи;

изучение ползучести (реологических параметров);

оценку подземных вод (надсолевых, внутрисолевых, подсолевых и боковых), их химический состав и степень минерализации;

наличие выветрелых пород и степень их выветрелости (пересечение линейных кор выветривания);

оценку выдержанных по мощности и распространению солей водоупорных пород.

8. В подземных горных выработках независимо от типа добываемого сырья проводятся следующие виды инженерно-геологических и гидрогеологических работ:

наблюдения за водопритоками в подземные горные выработки и шахтным водоотливом;

наблюдения за химическим составом подземных вод;

наблюдения и документирование при бурении разведочных (сопровождающих и опережающих) и дренажных скважин;

наблюдения и документирование дренажных скважин, пройденных на месторождениях соли для технологических целей (организации движения шахтных рассолов), закладочные скважины допускается не документировать;

геолого-структурная и гидрогеологическая съемка, а на месторождениях соли – выполнение структурных построений и гидрогеологическое обследование;

специальные наблюдения, состав и объемы которых определяются в зависимости от инженерно-геологических и гидрогеологических особенностей месторождения.

9. При документации керна необходимо отделять естественные трещины от механических на основе характерных их признаков. Из статистической обработки исключается зона дробления, обусловленная нарушениями технологии бурения.

10. Интервал документирования определяется программой исследований в зависимости от целей исследований. По результатам исследований должны быть представлены следующие сведения:

интервал взятия проб (м);

выход керна, %;

описание пород: тип, цвет, состав, структура, вторичные изменения, слоистость, сланцеватость, дискование керна (склонность к удароопасности);

морфология, генезис;

заполнитель трещин, его состав, мощность;

модуль трещиноватости, тр/м;

качество массива горных пород (RQD, %).

11. Документирование структуры ориентированного керна скважин выполняется для каждой плоскости ослабления и должно содержать:

глубину плоскости ослабления, м;

тип нарушения;

угол к оси керна, град.;

угол от линии ориентирования, град.;

характеристики шероховатости;

тип заполнителя трещин и его характеристика.

12. Общее число скважин, точки их заложения, направление, глубина, диаметр и режим проходки определяются программой изучений исходя из назначения выработок, условий залегания пород и их литолого-структурных особенностей.

13. Образцы пород необходимо отбирать из каждой петрографической разности. Количество отбираемых проб из керна определяется задачами исследований, неоднородностью петрографического состава и свойств пород и должно быть обосновано в программе инженерно-геологических изучений. Технология отбора проб должна обеспечивать максимальное сохранение представительности породы в пробе по составу, строению и состоянию.

14. При изучении тепловых свойств многолетнемерзлых горных пород должна быть определена их температура, коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость. Температуру горных пород необходимо определять в натуральных условиях.

15. На основе результатов инженерно-геологического и гидрогеологического изучения выполняется геомеханическое районирование путем выделения на плане, разрезе и/или в трехмерном пространстве областей (доменов), в границах которых массив горных пород обладает одинаковыми инженерно-геологическими характеристиками.

Приложение 2 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденным приказом Ростехнадзора от №

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА КАЧЕСТВА МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД И ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК**

1. Определение классов качества и категорий устойчивости выработок должно проводиться отдельно для массивов скальных и полускальных пород, соляных и солесодержащих пород и угольных месторождений.

2. Оценку значимости факторов, влияющих на устойчивость горных выработок выполняют на основании следующих видов расчетов:

- аналитических и инженерных;
- статистических и эмпирических;
- численного моделирования.

Положение границы зоны влияния очистных работ определяется на основании мониторинга устойчивости выработок. На этапе проектирования размеры и границы зоны влияния очистных работ допускается определять на основании эмпирических зависимостей.

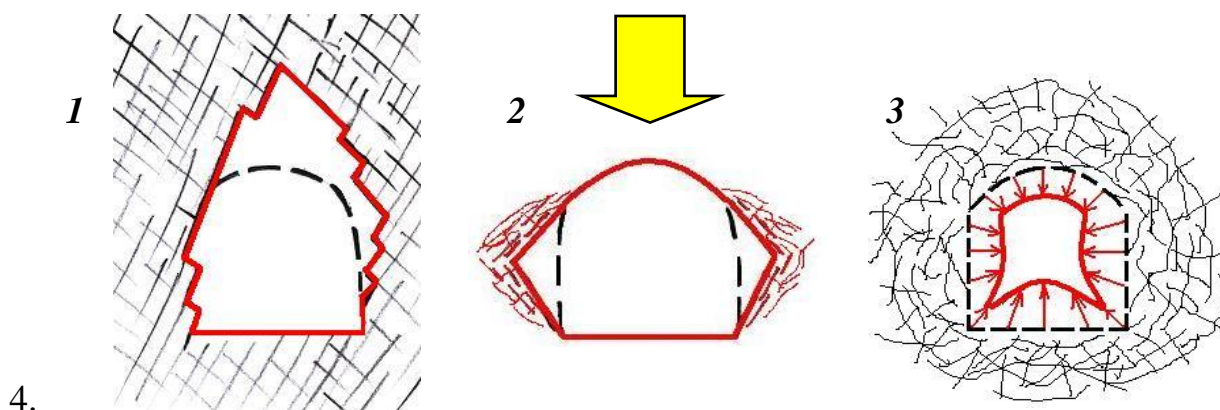
### **I Скальные и полускальные массивы**

3. Для скальных и полускальных массивов определение класса качества массива по наиболее распространенным рейтинговым классификациям Q-system Н. Бартона, RMR (Rock Mass Rating – рейтинг массива горных пород) 3.

Бенявского и GSI (Geological Strength Index - индекс геологической прочности),  
 Э. Хука и Т. Брауна, S Н.С. Булычева приведено в таблице 1.

Таблица 1. Классы качества массива

Значение рейтинговых показателей	Класс I	Класс II	Класс III	Класс IV	Класс V
	Очень хороший	Хороший	Удовлетворительный	Плохой	Очень плохой
Q	больше 40	40÷10	10÷4	4÷1	меньше 1
RMR	100 ÷ 80	80 ÷ 60	60 ÷ 40	40 ÷ 20	меньше 20
GSI	больше 80	80÷70	70÷60	60÷50	меньше 5
S	Более 70	70÷5	5÷1	1÷0,05	Менее 0,05
Характеристическая прочность по ВСН-126-90, МПа	Более 9	9,0÷1,5	1,5÷0,35	0,35÷0,05	Менее 0,05



В массивах скальных и полускальных пород различают три основных механизма потери устойчивости породных обнажений в выработках (формы проявления горного давления), показанные на рис. 1 и описанные в табл 2.

Рисунок 1 – Основные механизмы потери устойчивости выработок: 1 – вывалы, обрушения, отслоения блоков, слоев с контура выработки по трещинам под действием собственного веса (структурная, кинематическая неустойчивость); 2 – раздавливание, разрушение пород на контуре выработки в зонах концентрации сжимающих напряжений; 3 – сдавливание (конвергенция контура) выработки в результате больших смещений раздавленного законтурного массива

Таблица 2. Основные механизмы потери устойчивости выработок в скальных и полускальных массивах

Механизм потери устойчивости	Описание механизма (формы) потери устойчивости, значимые факторы, определяющие условия его проявления, и его характерные признаки
<p>1 вывалы, обрушения, отслоения блоков, слоев с контура выработки по трещинам под действием собственного веса (структурная, кинематическая неустойчивость)</p>	<p>Структурная неустойчивость породных обнажений происходит в результате сдвига или отрыва блоков (слоев) по трещинам с их обрушением в выработку под действием собственного веса пород. При сильной раздробленности массива в виде интенсивной хаотической трещиноватости структурная неустойчивость приводит к образованию купола обрушения.</p> <p>Причинами структурной неустойчивости блоков (слоев) пород являются их собственный вес и низкое сопротивление отрыву и сдвигу по трещинам. Поэтому для данного механизма потери устойчивости не важны прочность пород, глубина расположения выработки и уровень действующих в массиве напряжений.</p> <p>Важными факторами для реализации кинематической неустойчивости пород являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• размеры и форма поперечного сечения выработок, степень нарушенности массива трещинами;</li> <li>• направление выработки в плане относительно простирания системы доминирующих трещин, как правило, согласной с залеганием толщи пород;</li> <li>• углы падения систем трещин и сопротивление сдвигу по ним (сцепление и угол трения), которое зависит от степени шероховатости трещин, их выветрелости, обводненности и заполнителя.</li> </ul> <p>Характерными признаками структурной неустойчивости являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• увеличение поперечного сечения выработки после проявлений горного давления;</li> <li>• вывалы блоков пород, соразмерных с природной блочностью массива;</li> <li>• разная интенсивность вывалов в выработках разных направлений (по отношению к простиранию доминирующей системы трещин).</li> </ul>
<p>2 раздавливание, разрушение пород на контуре выработки в зонах концентрации сжимающих напряжений</p>	<p>Раздавливание пород происходит в условиях, когда действующие окружные (тангенциальные) напряжения в зонах концентрации на контуре выработки достигают прочности пород на сжатие в образце.</p> <p>Значимыми факторами для реализации данной формы неустойчивости пород являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• величины действующих напряжений в массиве (природных или техногенно измененных в зонах влияния карьера, очистных работ);</li> <li>• прочность пород;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• направление выработки относительно ориентировки максимальных главных напряжений в массиве.</li> </ul> <p>Для проявления данного механизма неустойчивости не важны ориентировки систем трещин и сопротивление сдвигу по ним.</p> <p>Характерными признаками раздавливания массива являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• первоначальная форма сечения изменяется на бочкообразное, эллиптическое, шатровое, несимметричное;</li> <li>• увеличение площади поперечного сечения выработки в результате раздавливания пород в зонах концентрации;</li> <li>• разная устойчивость кровли выработок в разных направлениях (по отношению к ориентировке горизонтальных тектонических напряжений);</li> <li>• образование в массиве новых трещин с осыпанием разрушенных пород кусками с размерами, существенно меньше природной блочности массива;</li> <li>• зачастую, направления образующихся трещин повторяют контур выработки и не связаны с природной трещиноватостью;</li> <li>• раздавливание пород высокими напряжениями сопровождается сейсмоакустической активностью массива (регистрируется только специальными приборами) и слышимыми тресками от слабых до сильных.</li> </ul> <p>В прочных, жестких породах с упругим деформированием до разрушения и хрупким характером разрушения, склонных к горным ударам, в массивах высокого и очень высокого классов качества данная форма неустойчивости может переходить в динамические проявления горного давления: стрельяния, микроудары, горные удары.</p> <p>При анизотропном строении массива (тонкоплитчатая слоистость, сланцеватость) разрушение горным давлением пород на контуре происходит продольным изгибом слоев с их последующим изломом (так называемая эйлеровская форма неустойчивости).</p> <p>Продольный излом сланцеватости сопровождается сильной сейсмоакустической активностью массива, слышимых тресков, как правило, не наблюдается.</p>
3	<p>сдавливание (конвергенция контура) выработки в результате больших смещений раздавленного законтурного массива</p>	<p>Потеря устойчивости выработки сдавливанием реализуется только в массивах с классами качества плохой и очень плохой. Природное напряжённое состояние таких массивов, как правило, приближается к гидростатическому.</p> <p>Неустойчивость выработки проявляется в виде большой конвергенции контура в результате раздавливания законтурного массива напряжениями, превышающими его прочность.</p> <p>Характерными признаками данной формы неустойчивости являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• раздавливание массива по всему периметру выработки, примерно одинаково и в кровле, и в бортах;</li> <li>• ярко выраженное пучение почвы;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• видимое визуально или измеряемое простейшими инструментами (рулеткой) уменьшение габаритов выработки по высоте и ширине с уменьшением площади сечения;</li> <li>• деформации рамной металлической крепи, определяемые по меткам, маякам на элементах крепи или простейшими промерами габаритов выработки в свету;</li> <li>• при поломке крепи выработка полностью сдавливается, заполняется раздавленными породами</li> </ul>
--	--	---

5. Прогноз структурной неустойчивости пород (вывалов блоков, слоев пород по трещинам) в выработках выполняется на основе данных о трещиноватости массива инженерными методами расчетов, в том числе кинематическим анализом.

Прогноз раздавливания пород выполняется расчетом действующих напряжений на контуре выработок и сравнением их с прочностью пород на сжатие в образце. Данный механизм неустойчивости выработок ожидается на большой глубине, или при действии больших тектонических напряжений, или при размещении выработок в зонах опорного давления.

Прогноз сдавливания выработки выполняется расчетом конвергенции ее контура в условиях превышения действующих напряжений прочности массива на сжатие с учетом всех ослабляющих факторов (трещиноватость, взрывные работы, выветривание, обводнение).

6. Категория устойчивости выработки определяется на основе класса качества массива в зависимости от прогнозируемого механизма потери устойчивости породных обнажений.

7. Определение категории устойчивости выработок при вывалах, обрушениях горной массы под действием собственного веса ведется на основе оценки класса качества массива, соотношения габарита выработки и размера структурного блока массива, вероятности структурной неустойчивости породных обнажений в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3. Определение категорий устойчивости выработок при вывалах, обрушениях, отслоениях горной массы по трещинам под действием собственного веса пород (структурная, кинематическая неустойчивость обнажений)

Таблица 3 - Определение категории устойчивости выработок при вывалах, обрушениях горной массы под действием собственного веса

Категория устойчивости выработок		Класс качества массива	Соотношение габарита выработки и размера структурного блока массива	Вероятность структурной неустойчивости породных обнажений	Ожидаемые масштабы структурной неустойчивости породных обнажений (обрушений, вывалов, отслоений)	Характер взаимодействия неустойчивых блоков, слоев пород с крепью
I	весьма устойчивы	очень хороший и хороший	меньше 6	очень низкая	вывалы, отслоения отсутствуют	нет крепи или отсутствие нагрузок на крепь при ее наличии
	устойчивые					
III	средней устойчивости	удовлетворительный	12÷25	средняя	обрушения блоков или отслоения из кровли и вывалы с бортов выработки породы мощностью (глубиной) до 1 м	крепь нагружается весом неустойчивых блоков пород
				высокая	обрушения и вывалы клиновидных блоков породы из кровли и бортов выработки мощностью (глубиной) до 2 м	при нагружении (натяжении) крепи в массиве формируется зона сжатия неустойчивых блоков с образованием несущей конструкции в виде балки, плиты, арки
IV	неустойчивые	плохой и очень плохой	25÷60	высокая	систематические обрушения и вывалы клиновидных блоков породы из кровли и бортов выработки мощностью (глубиной) более 2 м	крепь нагружается весом обрушенных пород
				очень высокая	систематические вывалы, в том числе мощностью до 4 м	

V	весьма неустойчивые		больше 60	очень высокая	обрушение сильно трещиноватых, раздробленных пород сразу после обнажения, большой объем горной массы приходит в движение до образования купола (свода) обрушения
---	---------------------	--	-----------	---------------	--

8. Вероятность структурной неустойчивости породных обнажений определяется по геологическим и геомеханическим условиям с учетом направления выработок в плане по отношению к простиранию доминирующей системы трещин в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4. Вероятность структурной (кинематической) неустойчивости обнажений в выработках в виде вывалов, обрушений, отслоений горной массы по трещинам под действием собственного веса пород

вероятность структурной неустойчивости породных обнажений в выработках	описание горно-геологических и геомеханических условий; направления выработок
очень низкая	<ul style="list-style-type: none"> <li>горизонтальное и пологое залегание толщи пород с очень хорошим и хорошим классами качества массивов с углом падения толщи и системы доминирующих трещин (контактов слоев) меньше угла трения по ним; при этом направление выработки в плане – любое;</li> <li>наклонное залегание толщи пород с очень хорошим и хорошим классами качества массивов с углом падения толщи и системы доминирующих трещин (контактов слоев) меньше угла трения по ним; направление выработки в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>45 \div 90^\circ</math></li> </ul>
низкая	<ul style="list-style-type: none"> <li>наклонное залегание толщи пород с очень хорошим и хорошим классами качества массивов с углом падения толщи и системы доминирующих трещин (контактов слоев) меньше угла трения по ним; направление выработки в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>30 \div 45^\circ</math>;</li> <li>крутопадающее залегание толщи пород с очень хорошим и хорошим классами качества массивов; направление выработки в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>45 \div 90^\circ</math></li> </ul>

средняя	<ul style="list-style-type: none"> <li>• горизонтальное и пологое залегание толщи пород с удовлетворительным классом качества массивов; направление выработки в плане – любое;</li> <li>• наклонное залегание толщи пород с удовлетворительным классом качества массивов с углом падения толщи и системы доминирующих трещин больше угла трения по трещинам; направление выработок в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>10\div 30^\circ</math>;</li> <li>• крутопадающее залегание толщи пород с удовлетворительным классом качества массивов; направление выработок в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>30\div 45^\circ</math>;</li> </ul>
высокая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• горизонтальное и пологое залегание толщи пород с плохим и очень плохим классами качества массивов; направление выработки в плане – любое;</li> <li>• наклонное залегание толщи пород с плохим и очень плохим классами качества массивов с углом падения толщи и системы доминирующих трещин больше угла трения по трещинам; направление выработок в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>0\div 10^\circ</math>;</li> <li>• крутопадающее залегание толщи пород с удовлетворительным классом качества массивов; направление выработок в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>10\div 30^\circ</math>;</li> </ul>
очень высокая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• горизонтальное и пологое залегание толщи пород с плохим и очень плохим классами качества массивов; направление выработки в плане – любое;</li> <li>• наклонное и крутопадающее залегание толщи пород с плохим и очень плохим классами качества массивов с углом падения толщи и системы доминирующих трещин больше угла трения по трещинам; направление выработок в плане отклоняется от простирания толщи пород и согласной с ним системы доминирующих трещин на угол <math>0\div 10^\circ</math></li> </ul>

Примечания:

- а) Система доминирующих (главных) трещин – совокупность наиболее часто встречающихся и наиболее протяженных трещин, как правило, согласных с залеганием толщи пород, и являющихся основной причиной структурной неустойчивости пород.
- б) По углам падения различают толщи пород, рудные зоны, рудные тела:  $0\div 20^\circ$  - горизонтальные и пологие;  $20\div 50^\circ$  - наклонные;  $50\div 90^\circ$  - крутопадающие и вертикальные.

9. Категорию устойчивости выработки при раздавливании пород на контуре определять по коэффициенту запаса прочности согласно таблицы 5:

$$n = \sigma_c / \max \sigma ,$$

где  $\sigma_c$  - прочность на сжатие породы в образце;  $\max \sigma$  - максимальные напряжения в зонах концентрации на контуре выработки:

$$\max \sigma = 3\sigma_1 - \sigma_3 ,$$

где  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  – природные или техногенно измененные максимальные и минимальные главные напряжения, действующие в массиве вкрест (перпендикулярно) оси выработки.

Таблица 5. Категории устойчивости выработок при раздавливании пород на контуре

Категория устойчивости породных обнажений в выработках		Класс качества массива	Запас прочности породы на сжатие в образце на контуре выработки	Ожидаемые масштабы разрушений пород горным давлением на контуре выработки
I	весьма устойчивые	очень хороший и хороший	больше 2,5	разрушения отсутствуют
II	устойчивые		2,5÷1,4	локальные разрушения небольших масштабов, сопровождаются обрушением отдельных кусков раздавленной породы*
III	средней устойчивости	удовлетворительный	1,4÷1,0	в зонах концентрации напряжений образуются зоны локальных разрушений мощностью до 1 м
IV	неустойчивые	плохой и очень плохой	в массивах плохого и очень плохого качества данный механизм потери устойчивости не характерен**	
V	весьма неустойчивые			

Примечания:

\* - в породах, склонных к горным ударам, с очень хорошим и хорошим качеством массивов возрастание уровня действующих напряжений приводит к появлению сначала предвестников динамических проявлений горного давления (шелушений, интенсивного заколообразования) и к возникновению удароопасных ситуаций;

\*\* - в массивах плохого и очень плохого качества механизм потери устойчивости разрушением пород на контуре выработки горным давлением постепенно переходит в другой механизм - большие смещения контура выработки, приводящие к уменьшению ее поперечного сечения (сдавливанию, конвергенция).

10. В анизотропных массивах (частое переслаивание тонких слоев осадочных пород, зачастую, разной прочности, тонкоплитчатая сланцеватость) должен рассматриваться механизм продольного изгиба с последующим изломом

тонких слоев от напряжений, действующих в плоскости слоистости, сланцеватости (эйлеровская форма потери устойчивости).

Допускается не определять категорию устойчивости выработок, подверженных эйлеровской неустойчивости тонкоплитчатых пород в форме продольного изгиба и излома. В анизотропных массивах устойчивость выработок наиболее эффективно обеспечивается горными мерами (изменением направлений выработок относительно слоистости, сланцеватости, формы поперечного сечения).

11. В массивах плохого и очень плохого классов качества при напряжениях, превышающих их прочность, в качестве основного механизма потери устойчивости выработки должно рассматриваться ее сдавливание (конвергенция контура) из-за больших смещений раздавленных пород, приводящих к уменьшению площади поперечного сечения. Категория устойчивости выработок в данных условиях определяется по относительной конвергенции контура в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6. Категории устойчивости выработок при их сдавливании

Категория устойчивости выработки		Класс качества массива	Относительная конвергенция контура выработки, %
I	Весьма устойчивая	очень хороший и хороший	в массивах очень хорошего, хорошего и удовлетворительного классов качества данный механизм потери устойчивости не реализуется*
II	Устойчивая		
III	Средней устойчивости	удовлетворительный	
IV	Неустойчивая	плохой и очень плохой	5÷10%
V	Весьма неустойчивая		больше 10%

Примечание:

\* - в данных условиях не происходит раздавливания законтурного массива напряжениями, превышающими его прочность.

Относительная конвергенция контура выработки определяется по формуле:

$\varepsilon = (d_0 - d)/d_0$ , где  $d_0$  – начальные габариты (высота, ширина) выработки в свету;  $d$  – конечные габариты выработки после смещений.

Величину относительной конвергенции контура выработки допускается определять по опыту отработки месторождений-аналогов либо численным или физическим моделированием.

## II Массивы соляных и солесодержащих пород

12. Для массивов соляных пород категория устойчивости выработок определяется с учетом природных, горнотехнических факторов и механизма деформирования и разрушения массива.

13. Определение категории устойчивости горизонтальных и наклонных горных выработок в соляных породах выполняется дифференцированно в кровле, почве и боках на основе расчета величины смещения  $U$  (мм) породного контура незакрепленной выработки за период эксплуатации в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7. Категории устойчивости выработок, пройденных в соляных породах

Категория устойчивости		Смещения $U$ , мм
I	Весьма устойчивая	до 100
II	Устойчивая	от 100 до 200
III	Средней устойчивости	от 200 до 300
IV	Неустойчивая	от 300 до 500
V	Весьма неустойчивая	500 и более

14. Расчет величины смещений  $U$  (мм) породного контура незакрепленной выработки в соляных породах за период эксплуатации без крепи вне зоны влияния очистных работ выполняется по формуле:

$$U = 500\varepsilon_{\theta}b(1 + 0,07t)k_{в},$$

где  $\varepsilon_0$  – относительные деформации пород за первый год службы выработки, определяемые по графику, представленному на рисунке 2, в зависимости от проектной глубины расположения кровли выработки  $H$  (м) и расчетного сопротивления пород одноосному сжатию  $R_c$  (МПа);

$b$  – расчетная ширина (высота) выработки в проходке (вчерне), м;

$t$  – период эксплуатации выработки, годы;

$k_B$  – коэффициент воздействия других выработок, принимаемый равным:

- для одиночных выработок и камер – 1,0;

- для сопряжений с односторонним примыканием выработки – 1,4;

- для сопряжений в виде двухстороннего заезда или пересекающихся выработок – 1,6;

- для сближенных параллельных выработок по формуле:

$$k_B = \frac{(L_1 + L_2)}{b} K_d,$$

где  $b$  – расстояние между выработками (ширина целика), м;

$K_d$  – коэффициент, определяемый по графику на рисунке 3;

$H$  – расчетная глубина заложения выработки;

$R_c$  – прочность массива на одноосное сжатие.

Расстояние между выработками, исключаящее их взаимное влияние, определяется по формуле:

$$b_d = K_d(L_1 + L_2),$$

где  $L_1, L_2$  – расчетная ширина выработок, м.

Если  $\frac{H}{R_c} < 25$ , то  $K_d = 1,5$ .

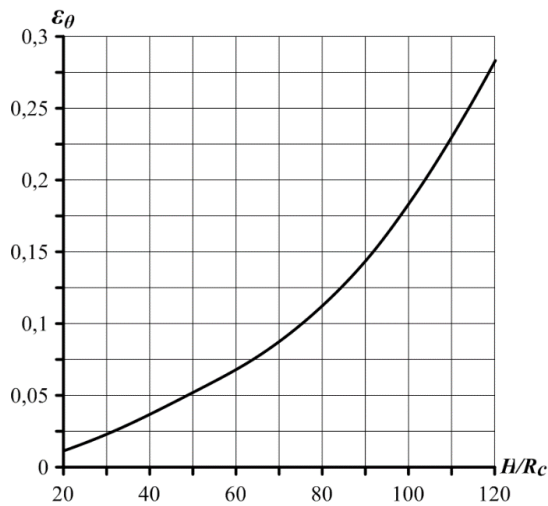


Рисунок 2. График для определения  $\varepsilon_{\theta}$

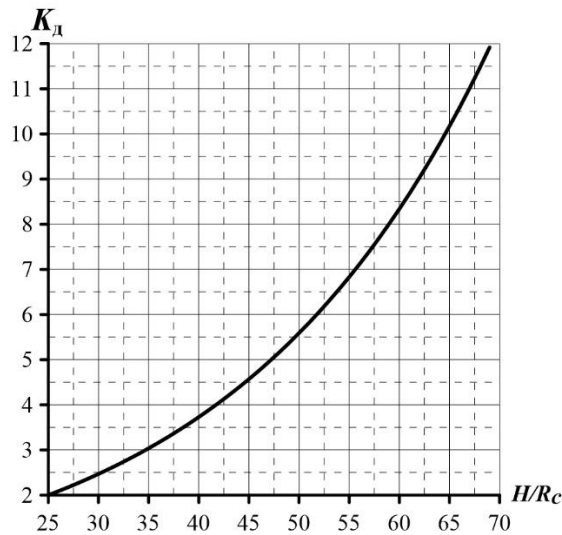


Рисунок 3. График для определения  $K_{д}$

15. Определение расчетных смещений пород для выработок, пройденных в соляных породах в зоне влияния очистных работ, должно проводиться по методикам, апробированным на месторождениях-аналогах. При необходимости разработки новых методик или адаптации существующих к конкретным горно-геологическим условиям допускается привлекать специализированные организации.

### III Угольные месторождения

16. Для угольных месторождений на стадии их проектирования расчет устойчивости горных выработок определяется численными методами или моделированием на эквивалентных материалах. Допускается выполнять расчет устойчивости горных выработок в зависимости от типа пород по обрушаемости и категории устойчивости в соответствии с таблицами 7, 8.

Таблица 7. Типы пород кровли по обрушаемости на угольных месторождениях

I тип кровли	II тип кровли	III тип кровли	IV тип кровли
Однородная кровля из слоистых, преимущественно глинистых, песчано-глинистых и песчаных сланцев (аргиллитов и алевролитов) ( $R_c < 60$ МПа)	Неоднородная кровля. Над непосредственной кровлей из слоистых сланцев мощностью от 0 до $0,3B$ залегают массивные песчаники ( $R_c \geq 60$ МПа)	Однородная и неоднородная кровля, кровля с интенсивной кососекущей трещиноватостью в зонах тектонических пликативных и разрывных нарушений, кровля с неустойчивыми породами ( $R_c \leq 30$ МПа)	Пачки угля блестящего, полублестящего полуматового, матового ( $R_c \geq 8$ МПа)

Таблица 8. Классы пород кровли по устойчивости для угольных месторождений

I класс. Неустойчивая кровля	II класс. Кровля средней устойчивости	III класс. Устойчивая кровля
Обрушение кровли после обнажения на расстоянии от забоя до 1 м. Преимущественно тонкослоистые и трещиноватые глинистые сланцы с $R_c < 30$ МПа	Сохранение устойчивости при обнажении кровли на расстоянии от забоя от 1 до 3 м. Преимущественно слоистые малотрещиноватые глинистые и песчаные сланцы с $30$ МПа $< R_c < 80$ МПа, уголь с $R_c > 6$ МПа	Сохранение устойчивости кровли при обнажении на расстоянии от забоя свыше 3 м. Преимущественно массивные нетрещиноватые песчаники с $R_c > 80$ МПа

17. При проходке горных выработок и сопряжений в пластах, склонных к горным ударам и внезапным выбросам угля (породы) и газа, для исключения перегрузки анкеры должны иметь конструктивную податливость в 40–50 мм или демпфирующие податливые элементы.

Приложение 3 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденным приказом Ростехнадзора от №

## **ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ КРЕПИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

1. Параметры крепи выработок в зависимости от предполагаемого механизма деформирования массива обосновываются либо расчетной нагрузкой на крепь, либо прогнозируемыми деформациями выработок. На рудниках проходку горизонтальных и наклонных выработок в породах I класса качества допускается производить без крепления.

2. Ожидаемые деформации или смещения горных пород не должны превышать допустимые значения деформации (податливость) или смещений контура выработки.

3. При выборе параметров крепи вся проектируемая сеть выработок разбивается на типовые элементы: протяженные участки, участки сопряжений, камеры и выработки, примыкающие к камерам. Камеры при отношении длины к ширине более 5 рассматриваются как протяженные выработки. Для каждого участка, в пределах которого горно-геологические и горнотехнические условия могут приниматься постоянными, определяются мероприятия по обеспечению устойчивости выработок, в том числе выбор и обоснование видов и типов крепи на основании класса качества массива и доступных мер охраны горных выработок.

4. В выработках при углах их наклона не более 35 градусов используется тот же аппарат расчета крепи, что и при рассмотрении горизонтальных выработок. При угле наклона выработок более 35, но менее 80 градусов используются методики специализированных организаций, при угле наклона выработок более 80 градусов используются методики расчета крепи вертикальных выработок.

5. При оценке взаимодействия крепи и пород необходимо учитывать мероприятия по упрочнению пород или их разгрузке, прогноз изменений инженерно-геологических, гидрогеологических и горнотехнических условий при проходке и эксплуатации выработок.

6. При деформациях или разрушении крепи выработка должна перекрепляться. Допускается может усиливать установленную ранее крепь дополнительными несущими элементами. Все изменения должны отражаться в паспорте крепления.

7. В зависимости от условий поддержания подготовительно-нарезных выработок, их ответственности и срока службы применяются металлические и деревянные рамные, анкерные, набрызг-бетонные, монолитно-бетонные, комбинированные и усиленные комбинированные виды крепи. Расчетную нагрузку на все виды крепи необходимо определять дифференцированно со стороны кровли выработки и с боков. В случае замкнутой крепи дополнительно определяется нагрузка с почвы выработки.

8. При расчете параметров крепи на сопряжениях горных выработок по условию кинематической неустойчивости, высоту свода возможного обрушения необходимо принимать равной максимальной высоте формируемого клина.

9. Для крепления сопряжений горных выработок, при применении анкерной крепи и всех видов комбинированной крепи, где анкер является частью конструкции постоянной крепи, допускается применение двухуровневой анкерной крепи, при этом:

длину анкеров первого уровня необходимо принимать не менее длины анкера как для несопрягаемого участка примыкающей к сопряжению горной выработки;

длину анкеров второго уровня, необходимо принимать с учетом свода возможного обрушения на сопряжении горных выработок с учетом эквивалентного пролета сопряжения. Расчет параметров анкеров второго уровня необходимо осуществлять по методике замкового закрепления анкера, с учетом заложения замка анкера за сводом возможного обрушения сопряжения.

10. При использовании анкеров с замковым закреплением, обязательным условием их применения является создание предварительного натяжения анкера.

11. При креплении горизонтальных и наклонных выработок и их сопряжений с расчетной прочностью пород в почве менее 15 МПа стальной арочной крепью под стойками крепи необходимо предусматривать опоры или прогоны, исключающие вдавливание стоек крепи в почву.

12. Временное крепление подземных выработок должно проводиться в соответствии с документацией по креплению и управлению кровлей.

13. В условиях месторождений калийно-магниевых и каменных солей проектирование и ведение горных и геологоразведочных работ должны осуществляться в соответствии с мероприятиями (указаниями) по защите рудников от затопления и охране объектов на земной поверхности от вредного влияния подземных разработок, разработанными недропользователем совместно с научными организациями для конкретных горно-геологических условий месторождений или участков месторождения и утвержденными техническим руководителем организации.

14. При проектировании штреков по простирацию наклонных слоистых массивов в случае применения анкерного крепления необходимо предусматривать крепление и кровли, и бортов вкrest основных систем трещин.

Для обеспечения устойчивости штреков при проектировании вдоль субвертикальной сланцеватости необходимо задавать эллиптическую форму поперечного сечения.

На наклонных залежах поперечное сечение штреков по простиранию толщи пород необходимо задавать полигональной формы (не сводчатой) с наклоном граней по падению основных систем трещин (по напластованию и продольно секущей).

15. Петли транспортных уклонов на нижележащие горизонты и подэтажи проектируются вытянутыми вкрест простирания толщи пород, с закруглениями вдоль простирания.

16. При наличии в массиве высоких тектонических напряжений, превышающих вертикальное давление, подготовительные выработки проектируются в направлениях, близких к направлению действия максимального напряжения. При отсутствии такой возможности проектируются выработки шатровой формы в поперечном сечении.

17. Для выбора типа крепи необходимо расчетом определять глубину, начиная с которой возможно сдавливание выработок горным давлением с большими смещениями контура.

18. В случаях перебора сечения горной выработки более 10%, связанных с вывалами по трещинам или в результате раздавливания пород на контуре, паспорт крепления подлежит пересмотру в сторону усиления крепи.

19. При появлении признаков динамических проявлений горного давления в обязательном порядке применяются мероприятия по прогнозу и предотвращению горных ударов.

При появлении признаков обводнения массива скальных или полускальных пород (намокание пород, капез, водоприток) пересматривается документ по креплению и управлению кровлей. На месторождениях соли, в случае если внутрисолевые рассолы находятся в химическом равновесии с

вмещающими породами, присутствует переток неагрессивных шахтных рассолов с вышележащего пласта допускается проявления намоканий кровли и стенок, капелей и течей из кровли, специальные дренажные мероприятия допускается не выполнять.

Приложение 4 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденным приказом Ростехнадзора от №

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВСКРЫВАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

1. Расчет крепи устьев стволов и шурфов производят из расчета воздействия вертикальных и горизонтальных нагрузок с учетом суммы нагрузок, передаваемых опорами горнотехнических сооружений, расположенных на поверхности вблизи ствола. Нагрузки определяют численным моделированием напряженно-деформированного состояния массива (НДС) либо инженерными методами расчета.

2. Наибольшую суммарную дополнительную нагрузку от зданий и сооружений, расположенных на поверхности вблизи ствола, определяют графически как максимальную при суммировании эпюр пригрузок от каждого из зданий (сооружений), расположенных на поверхности с одной стороны от ствола на расстоянии от его контура не более пяти радиусов ствола в свету, либо на основании численного моделирования. Нагрузки от зданий (сооружений), находящихся на расстоянии от контура ствола, равном более пяти радиусов ствола в свету, не учитываются ввиду их малой значимости.

3. Расчет крепи протяженной части стволов и шурфов производится на суммарное действие горизонтального (радиального) давления пород массива и давления остаточного напора подземных вод с учетом технологической и

монтажной нагрузок. Общее давление определяется на момент времени, когда оно является наибольшим.

4. Расчетное горизонтальное (радиальное) давление пород на крепь протяженной части вертикальной выработки при отсутствии влияния горизонтальных деформаций от воздействия очистных работ определяется исходя из параметров рассматриваемой выработки в свету, значений нормативного давления на крепь и с учетом технологической схемы проходки.

5. Нормативное давление на крепь протяженной части ствола, находящегося вне зоны влияния очистных работ, определяется для пород I–IV классов качества численным моделированием напряженно-деформированного состояния массива (НДС) либо инженерными методами расчета. Для пород V класса качества и (или) при расположении ствола в зоне влияния очистных работ нормативное давление на крепь определяется по методикам специализированных организаций.

6. Классы качества пород вертикальных выработок определяются на основании расчетных значений глубины и прочности массива на одноосное сжатие с учетом влияния водоносных горизонтов, давления подземных вод, воздействия на ствол других выработок и очистных работ, влияния угла залегания пород и времени эксплуатации выработки в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. Классы качества массива при расчете крепи вертикальных стволов

<b>Классы качества массива</b>	<b>Оценка класса качества массива</b>	<b>Критерий устойчивости массива <math>C</math></b>
I	Весьма устойчивое	До 1
II	Устойчивое	До 3
III	Среднеустойчивое	От 3 до 6
IV	Неустойчивое	От 6 до 10
V	Весьма неустойчивое	Более 10
Примечание. При $R_c \leq 2$ МПа породы относятся к V класса качества		

7. Расчетное горизонтальное давление пород на крепь вертикальной выработки в районе сопряжения определяется на участке ствола на расстоянии 20 м над и 20 м под сопряжением с учетом его влияния.

8. На протяженных участках ствола с жесткой армировкой, а также для участков сопряжений ствола в породах I–IV классов качества при отсутствии воздействия очистных работ, других выработок и водопонижения применяют монолитную бетонную, железобетонную и тубинговую крепь с учетом действующих нагрузок и несущей способности крепи.

9. В стволах с гибкой армировкой, а также в вентиляционных стволах и шурфах, не оборудованных подъемными установками, при отсутствии влияния очистных работ и водопонижения, где притоки воды не превышают  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ , в породах I–III классов качества применяют набрызг-бетонную либо комбинированную крепь из жестких анкеров, металлической сетки и набрызг-бетона; при притоках воды более  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$  в породах I–IV классов качества применяют монолитную бетонную крепь с добавками, повышающими сопротивляемость размыванию бетона и ускоряющими его схватывание.

10. В породах V класса качества стволов, на участках ствола с напорными водами, а также на калийных и подобных им месторождениях применяется тубинговая, железобетонная, многослойная крепь.

11. В породах I и II классов качества для участков сопряжений ствола, а также в породах III класса качества на протяженных участках ствола толщина набрызг-бетонной крепи устанавливается расчетом. При этом толщина набрызг-бетонной крепи должна быть не менее 150 мм на глубинах до 500 м и 200 мм на глубинах более 500 м.

12. В комбинированной крепи длину анкеров  $l_a$  принимают равной не менее 2 м; расстояние между анкерами - равным  $0,7 l_a$ . Уменьшение длины анкеров и увеличение расстояниями между ними допускаются при выполнении обоснования в установленном порядке.

13. На протяженных участках ствола с жесткой армировкой, а также для участков сопряжений ствола в породах I и II классов качества толщина бетонной крепи принимается без расчета по таблице 2, в породах III и IV классов качества

толщина бетонной крепи устанавливается расчетом, но не менее величин, указанных в таблице 2.

Таблица 2. Толщина бетонной крепи при различных глубинах расположения участков стволов и углах залегания пород

Глубина расположения участка ствола, м	Толщина бетонной крепи (мм) при углах залегания пород	
	до 35°	более 35°
До 500	200	250
Более 500	250	300

14. При соответствующем обосновании допускается в стволах с жесткой армировкой, пройденных в породах I и II классов качества, назначать крепи и их параметры при условии заделки расстрелов в породах.

15. Если рассчитанная толщина бетонной, железобетонной крепи стволов превышает 500 мм, то выполняется перерасчет параметров крепи с применением характеристик бетона более высокого класса и/или с изменением параметров армирования.

16. В стволах с гибкой армировкой, а также в вентиляционных стволах и шурфах, не оборудованных подъемными установками отсутствии влияния очистных работ и водопонижения, где притоки воды не превышают 8 м<sup>3</sup>/ч, в породах I и II класса качества толщина набрызг-бетонной крепи на протяженных участках ствола принимается без расчета по таблице 3.

Таблица 3. Толщина набрызг-бетонной крепи при различных глубинах расположения участков стволов и углах залегания пород

Глубина расположения участка ствола, м	Толщина набрызг-бетонной крепи (мм) при углах залегания пород	
	до 35°	более 35°
До 500	80	120
Более 500	100	150

17. В вертикальных вскрывающих выработках, находящихся в зонах тектонического нарушения, воздействия очистных работ и других выработок, а также водопонижения, при величинах ожидаемых относительных деформаций пород вблизи выработки, превышающих их допускаемые значения для крепи, указанные в таблице 4, в породах всех классов качества применяются конструктивные элементы защиты, конструкции крепи или податливые материалы, приспособленные к принудительному деформированию совместно с массивом пород.

Таблица 4. Допускаемые относительные вертикальные деформации

Крепь	Допускаемые относительные вертикальные деформации, мм/м	
	при сжатии	при растяжении
Монолитная	0,85	по несущей способности 0,05
Монолитная	0,85	по раскрытию трещин 0,25
Сборная	2,00	1,00

18. Конструктивные элементы защиты крепи ствола назначаются на основе расчета ожидаемых относительных деформаций пород околоствольного массива и с учетом необходимой степени гидроизоляции ствола.

19. При этом если деформации растяжения пород превышают значения, указанные в таблице 4, то предусматриваются горизонтальные разрезные швы на расстояниях не более 15 м друг от друга, преимущественно на пересечении наиболее слабых слоев пород.

20. Если деформации сжатия пород находятся в интервале от значений, указанных в таблице 4, до 15 мм/м, то предусматриваются горизонтальные осадочные швы (узлы вертикальной податливости) в местах наибольших деформаций и на контактах прочных и слабых пород или меры по обеспечению проскальзывания крепи на защищаемом участке.

21. Если деформации сжатия пород превышают 15 мм/м, то предусматриваются осадочные зоны и узлы вертикальной податливости.

22. Если проявляются горизонтальные деформации, то предусматриваются повышение несущей способности и податливые конструкции и материалы, обоснованные расчетом.

23. Для компенсации вертикальных деформаций сжатия осадочными швами максимальное расстояние между ними в вертикальной выработке устанавливается расчетом, но не должно превышать 20 м.

Приложение 5 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденным приказом Ростехнадзора от №

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И КРЕПИ**

1. Признаками ухудшения состояния горных выработок являются:

раскрытие и появление новых трещин;

вывалы, обрушения, отслоения пород кровли и боков;

шелушение, интенсивное заколообразование, стреляния;

образование заколов;

пучение пород почвы;

смещения, сползания пород по трещинам, разломам;

изменение характера водопритоков в горные выработки;

изменения размеров поперечного сечения выработки относительно проектных;

деформация и разрушение крепи.

2. Признаки деформаций, разрушений элементов крепи горных выработок представлены в таблице 1.

Таблица 1. Формы деформаций/разрушений крепи горных выработок

<b>Вид крепи, элементы крепи</b>	<b>Признаки видимых деформаций, разрушений</b>
Анкерная	смятие, вдавливание опорных элементов; разрывы опорных элементов, анкеров; вырванные анкеры; оголение анкеров; коррозия анкера или опорного элемента; деформирование гаек анкеров

Набрызг-бетонная (торкрет-бетонная)	появление трещин; отслоение торкрета от породы; отслоение торкрета вместе с породой
Монолитная бетонная (железобетонная), сборная железобетонная	трещины, раковины, заколы, вывалы; раздавливание опор на сопряжениях горных выработок; оголение, разрыв арматуры
Рамная металлическая	изгиб, излом элементов крепи; обрыв хомутов, болтов; проскальзывание в узлах податливости; смещение стоек; коррозионный износ
Подхваты	отсутствие необходимого контакта с породами; разрывы; коррозионный износ
Затяжка	нарушение целостности (разрушение); излом; коррозионный износ; образование нависи
Податливые демпфирующие элементы	смятие
Деревянная	излом; смятие
Тюбинговая	обрыв болтовых соединений; деформирование тюбингового кольца; нарушение целостности тюбингов (трещины)

3. Визуальные наблюдения должны сопровождаться простейшими замерами параметров горной выработки.

4. На участках выработок с видимыми повреждениями крепи или деформациями массива должна вестись фотофиксация состояния крепи и приконтурного массива. Фотоснимки состояния горной выработки выполняются в масштабе с помощью базиса (марка, рейка, линейка, элемент крепи), помещенного на снимаемом объекте и позволяющего оценить масштаб видимых деформаций контура и крепи выработок.

5. Деформации и/или повреждения, обнаруженные при визуальном наблюдении и обследовании контура выработок и крепи, подлежат фиксации в журнале осмотра крепи и состояния горных выработок, в котором должны отражаться:

дата обнаружения вывала (отслоения);

наименование выработки и место, где обнаружены дефекты;

проектные параметры горной выработки (высота, ширина);

фактические параметры горной выработки (высота, ширина);

применяемый тип и параметры крепи;

параметры вывала (отслоения): мощность, площадь, обстоятельства вывала, ориентировку основных трещин, по которым произошел вывал, с определением механизма разрушения крепи и закрепленного породного обнажения, с описанием состояния крепи (при ее наличии);

факты деформирования, повреждения и разрушения торкрет-бетонной, анкерной и рамной металлической крепи

эскиз места вывала (отслоения) (план, продольный и поперечный разрез);

намеченные мероприятия по исправлению дефектов с указанием сроков их выполнения, ответственных лиц и подпись лица, давшего указание;

точное перечисление выполненных работ с указанием времени их окончания;

подпись лиц, принявших ремонтные работы;

подпись лица, осмотревшего горные выработки.

6. Маркшейдерская служба, либо группа (служба) по мониторингу геомеханических процессов и управлению состоянием массива (при наличии) дополнительно:

организует и проводит наблюдения за сдвижением горных пород (при необходимости эксплуатации выделенного опасного участка или в целях уточнения угловых параметров сдвижения);

выполняет интерпретацию и обобщение собранных геомеханических данных и результатов мониторинга с определением рейтинговых характеристик качества массива для выбора крепи;

ведет базы геомеханических данных для создания, пополнения, актуализации и заверки блочной геомеханической модели месторождения (при ее наличии);

выполняет прогнозы геомеханических условий ведения горных работ, появления и развития опасных геомеханических ситуаций.

Эксплуатирующей организацией должен ежеквартально производиться анализ случаев отслоений и вывалов горной массы и при необходимости производить перерасчет параметров крепи.

7. При выявлении признаков деформаций контура и крепи горной выработки техническим руководителем рудника (шахты) или лицом, им назначенным, принимается решение:

- о продолжении работы в штатном режиме;

- об организации дополнительного (инструментального) мониторинга состояния горной выработки;

- о разработке корректирующих мероприятий по проведению работ по ремонту горной выработки, крепи, усилению крепи;

- о запрете эксплуатации горной выработки и ограничении в нее доступа до приведения выработки в безопасное состояние.

8. Результаты инструментального мониторинга учитываются при:

- определении вероятных интервалов расслоения вмещающих выработку пород;

- корректировке проектных решений с учетом фактического состояния горных выработок;

- уточнении состава маркшейдерских инструментальных и иных наблюдений за состоянием вмещающих горные выработки пород и крепи;

- корректировках методик оценки устойчивости горных выработок и расчета параметров крепи;

- принятии решений о необходимости и сроках проведения ремонта горных выработок.

9. Периодичность наблюдений за состоянием горных выработок устанавливается в проекте мониторинга в зависимости от фактических горно-геологических условий и подлежит пересмотру по мере развития деформационных процессов в месте наблюдения. Проект мониторинга и вносимые в него изменения утверждаются техническим руководителем эксплуатирующей организации.

10. Положение стенок шахтного ствола подлежат проверке (профилированию) Сроки и методы профилирования устанавливаются техническим руководителем организации, но не реже одного раза в три года. Результаты профилирования отражаются в маркшейдерской документации на вертикальных разрезах и планах сечений по стволу шахты и докладываются техническому руководителю рудника (шахты).

11. При мониторинге анкерной крепи производится оценка фактической несущей способности анкеров в объемах и периодичностью, определенных проектом мониторинга.

12. При мониторинге бетонной крепи определяют раскрытие трещин с помощью установленных на них маяков (реперов).

Анкеры с не прижатыми к массиву опорными элементами, поврежденные, оголенные (обыгранные) анкеры подлежат выбраковке, и должны быть приняты меры по ремонту крепи.

13. Толщина набрызг-бетонного покрытия в стенках и кровле выработки должна соответствовать установленным проектом или паспортом крепления параметрам и контролируется с помощью маяков и/или отверстий.

14. При мониторинге рамной крепи определяют габариты выработки (рамы) в свету – ширину выработки от стойки до стойки, от хомута до хомута.

15. Гидрогеологический мониторинг ведется при наличии водопроявлений. При гидрогеологическом мониторинге фиксируются места точек наблюдений,

дебит, при необходимости (для установления источника поступления воды) берутся пробы на химический анализ воды.

16. Сейсмический (сейсмоакустический) мониторинг в обязательном порядке используется на удароопасных месторождениях (участках).

Приложение 6 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденным приказом Ростехнадзора от №

## **ОЦЕНКА РИСКА ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**

1. Для оценки рисков потери устойчивости подземными выработками составляется отчет по оценке рисков (реестра рисков), который формируется эксплуатирующей организацией и используется в дальнейшем для описания всесторонней комплексной и документированной системы управления рисками.

Отчет должен содержать описание возможных аварийных ситуаций и несчастных случаев, которые могут произойти, и описанием, какие меры управления рисками обеспечиваются в рамках системы управления промышленной безопасностью.

2. Критерии для определения допустимых рисков потери устойчивости определяются эксплуатирующей организацией на основании выявленных механизмов деформирования выработок, класса качества массива.

3. Уровни рисков устанавливаются на основании матрицы рисков, по которой определяется, является ли выявленный риск потери устойчивости приемлемым, и если нет, разрабатываются мероприятия, способные снизить его до приемлемого уровня.

4. Риск и его последствия должны определяться тем, насколько персонал, материалы и оборудование подвергаются опасности в процессе эксплуатации выработки, а также мерами контроля, применяемыми для управления выявленным риском. Оценка риска должна выполняться как в масштабах всего рудника (шахты), так и в масштабах локального участка.

5. Оценки риска потери устойчивости в масштабе участка ведения горных работ производятся один раз в квартал, в масштабе всего рудника (шахты) – один раз в год. При изменении технологии ведения горных работ или горно-геологических условий должен выполняться новый цикл оценок риска.

6. Отчет по оценке рисков должен содержать и описывать основные принципы выполняемой оценки риска на анализируемом объекте:

определение источника опасности или угрозы (определение механизма деформирования);

выявление рисков (районирование по фактору устойчивости);

анализ рисков;

оценка рисков (обоснования величины вероятности и уровня последствий);

управление риском;

мониторинг и проверка.

7. Выбор метода анализа риска определяется наличием и качеством исходных данных и производится компетентным лицом выполняющим оценку рисков. Используются следующие метода анализа риска:

качественный;

полуколичественный;

количественный.

8. Количественный и полуколичественный методы оценки рисков применяются с использованием имитационного или статистического моделирования. Отсутствие количественных данных по деформации (обрушению) горных пород исключает применение количественного и полуколичественного методов. При отсутствии данных необходимо применять качественный метод анализа риска, который включает классификацию рисков и предполагает анализ рисков потери устойчивости подземных горных выработок в масштабе всего рудника (шахты).

9. Методы качественной оценки рисков используют описательные термины для определения вероятности и последствий рискованных событий и описывают величину всех последствий как незначительную – уровень 1, небольшую – уровень 2, среднюю – уровень 3, значительную – уровень 4, катастрофическую – уровень 5 (таблица 2). Вероятности определяются как почти достоверная – уровень А, вполне вероятная – уровень В, возможная – уровень С, маловероятная – уровень D, редкая – уровень Е (таблица 1).

Таблица 1. Вероятность возникновения рисков

Категория	Качественная оценка	Характеристика событий
А	Весьма высокая (почти достоверно)	Событие происходило часто, несколько раз в год. Событие ожидаемо с высокой степенью вероятности в ближайшее время.
В	Высокая (вполне вероятно)	Событие происходило неоднократно, но не чаще одного раза в год. Произойдет с высокой степенью определенности.
С	Средняя (возможно)	Событие происходило ранее и может произойти в будущем.
Д	Низкая (маловероятно)	Событие может произойти при маловероятном стечении обстоятельств.
Е	Очень низкая (редко)	Событие может произойти только при непрогнозируемом стечении форс-мажорных обстоятельств.

10. Результаты качественного анализа рисков оцениваются с использованием матрицы рисков. Матрица рисков включает в себя определенные пороговые значения приемлемости для определения того, какие риски требуют учета в порядке их приоритетности. Рейтинг риска для данного события может быть выбран в соответствии с описанием вероятности и последствий в таблицах 1 и 2.

11. Матрица содержит 25 потенциальных комбинаций рисков, а результаты риска разделены на три уровня риска (рейтинги). Данный тип матрицы необходимо использовать для сравнения уровней риска и установления приоритетов и для определения дальнейших действий по обработке рисков.

12. Категория тяжести последствий определяется наличием хотя бы одного из перечисленных факторов представленных в таблице 2.

13. На основании оценок вероятности и последствий значения, которые соответствуют определенным уровням, записываются в реестр рисков, а уровень риска в дальнейшем рассчитывается по шкале от 1 до 25 (таблица 3.).

14. Риски классифицируются по трем подгруппам, каждая из которых характеризуется своим диапазоном баллов:

высокий риск (баллы 17–25);

средний риск (баллы 7–16);

низкий риск (баллы 1–6).

15. В реестре рисков представляется описание и оценка каждого выявленного риска по следующим разделам (столбцам таблицы):

опасность;

вероятность;

последствия;

класс последствий;

тип последствий;

числовой рейтинг вероятности;

числовой рейтинг последствий (уровень вероятности);

числовой уровень риска;

название уровня риска;

меры по снижению риска;

вероятность риска с учетом применения этих мероприятий;

последствия риска с учетом применения этих мероприятий.

16. Результаты оценки рисков должны включать в себя отчет и план действий (план реагирования), который описывает применяемые меры контроля, действия, возможности контроля и учета и целевые даты.

Таблица 2. Тяжесть последствий

Тяжесть последствий	Описание
V – катастрофическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Групповой случай со смертельным исходом (пять и более пострадавших в результате одного инцидента).</li> <li>• Групповой случай (пять и более пострадавших в результате одного инцидента) травм/заболеваний, приводящий к необратимой форме инвалидности (пять или больше пострадавших в результате одного инцидента).</li> <li>• Угроза жизни и здоровью людей</li> <li>• Потеря выработок служащих для откатки руды (остановка добычи)</li> <li>• Обрушение вскрывающих выработок обеспечивающих безопасный выход</li> </ul>
IV – значительная	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Единичный случаи со смертельным исходом (пять и более пострадавших в результате одного инцидента).</li> <li>• Групповой случай травм/заболеваний, приводящий к необратимой форме инвалидности (пять и более пострадавших в результате одного инцидента).</li> <li>• Потеря подготовленных к выемке запасов</li> <li>• Среднесрочная ликвидация последствий обрушения</li> <li>• Повреждение и длительные простои основного технологического оборудования и/или инфраструктуры, требующие капитального ремонта</li> <li>• Потеря основного технологического оборудования и/или инфраструктуры</li> <li>• Потеря путей откатки руды на участке</li> </ul>
III – средняя	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Травма с временной потерей трудоспособности.</li> <li>• Заболевание с временной потерей трудоспособности.</li> <li>• Травма с постоянной потерей трудоспособности.</li> <li>• Заболевание с постоянной потерей трудоспособности.</li> <li>• Отдельный инцидент, влекущий за собой множественные факты медицинского лечения.</li> <li>• Краткосрочная ликвидация обрушения</li> <li>• Простои основного технологического оборудования</li> <li>• Повреждение оборудования и инфраструктуры, требующее ремонта</li> <li>• Восстановление или ремонт путей откатки</li> </ul>
II – небольшая	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Травмы или заболевания, требующие медицинского лечения.</li> <li>• Травмы или заболевания, требующие перевода на легкий труд.</li> <li>• Заболевания, требующие перевода на легкий труд.</li> <li>• Ликвидация обрушения требует несколько дней или не влияет на технологический процесс</li> <li>• Обрушение выработок с коротким периодом эксплуатации</li> <li>• Обрушения не оказывают влияние на инфраструктуру рудника\шахты</li> </ul>
I – незначительная	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Травма с оказанием первой помощи или болезнь (заболевание или патология не учитываются)</li> <li>• Обрушение на отдельном участке вне зоны ведения горных работ, не влияющее на технологический процесс</li> </ul>

Таблица 3. Матрица рисков

Тяжесть последствий		Редко	Маловероятно	Возможно	Вполне вероятно	Почти достоверно
		Вероятность < 1%	Вероятность 1÷10%	Вероятность 10÷20%	Вероятность 20÷40%	Вероятность >40%
		Е	Д	С	В	А
5	Катастрофическая	15	19	22	24	25
4	Значительная	10	14	18	21	23
3	Средняя	6	9	13	17	20
2	Небольшая	3	5	8	12	16
1	Незначительная	1	2	4	7	11

Примечание: при уровне риска не выше уровня 6 допускается эксплуатация выработок

17. План действий (план реагирования) по обработке и устранению рисков содержит в себе новые управленческие действия и меры контроля, которые должны быть приняты. В плане управления рисками указывается следующая информация:

действия, которые необходимо предпринять, и риски, которые они устраняют;

кто несет ответственность за реализацию плана;

какие ресурсы должны быть использованы;

график осуществления;

подробная информация о механизме и периодичности пересмотра со статусом плана управления риском.

18. При разработке контролирующих мер необходимо учитывать все возможные факторы, влияющие на риск, поэтому в отчете необходимо отразить следующую информацию:

какие контролирующие мероприятия, применяются на руднике (шахте) для контроля рисков на момент проведения оценки рисков;

стратегия эксплуатирующей организации по реализации контролирующих мероприятий;

какие дополнительные мероприятия будут задействованы для управления риском;

как эти мероприятия отражены в проектной документации.

19. Контролирующие меры классифицируются следующим образом в порядке уменьшения их эффективности:

исключение (мера, которая полностью исключает опасный фактор);

замещение (замена опасной практики ведения работ на более безопасную);

инженерные контролирующие меры (физические объекты, изолирующие людей от действия опасного фактора. Например, оставление целика, применение крепи с большим коэффициентом запаса);

административные меры (политика, процедуры и практики, снижающие подверженность опасному фактору. Например, мониторинг, связанный с планом реагирования);

индивидуальные средства защиты, (например система позиционирования персонала под землей, камеры аварийного спасения).