МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

ТРЕБОВАНИЯ

к определению механических свойств горных пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР (при разведке, строительстве, реконструкции и эксплуатации)

Ленинград
1977

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

Согласовано:

Заместитель министра геологии СССР
В. И. ИГРЕВСКИЙ
17.08.1977 г.

Утверждаю:

Первый заместитель министра угольной промышленности СССР
В. В. БЕЛЫЙ
26.10.1977 г.

ТРЕБОВАНИЯ

к определению механических свойств горных пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР (при разведке, строительстве, реконструкции и эксплуатации)

Ленинград
1977

УДК 622.023:(550.812+622.22+622.12)553.94/96(083.75)

Требования к определению механических свойств горных пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР (при разведке, строительстве, реконструкции и эксплуатации). Л., 1977, с. 95. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исследов. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

Настоящие Требования являются нормативным документом, определяющим необходимый состав и методы работ по изучению механических свойств угля и пород при разведке угольных месторождений, строительстве угольных шахт и работах геологической службы эксплуатирующихся шахт.

Разработаны институтом ВНИМИ и Всесоюзным геологическим объединением Союзуглегеология при участии большого числа угледобывающих, шахтостроительных, проектных, геологоразведочных, научно-исследовательских и руководящих организаций.

Ил. 2, табл. 19, библиогр. 16.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), 1977.

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании и высокопроизводительном ведении горных работ используется определенный комплекс сведений о механических свойствах угля и пород. Показатели механических свойств пород, угля используют в расчетах и прикидках инженерных решений при выборе систем и способов ведения горных работ с учетом высокой производительности работ, минимальных потерь ископаемого и обеспечения устойчивости горных выработок. От механических свойств зависит добываемость ископаемого, горное давление, сдвижение и обрушаемость пород.

Определение механических свойств горных пород входит в состав геологических работ и выполняется на всех этапах геологического изучения шахтных полей: при поисках, предварительной и детальной разведке (и доразведке), при инженерно-геологических изысканиях в периоды строительства, реконструкции и подготовки нижележащих горизонтов шахт, а также при геологическом изучении в период эксплуатации.

Выполнение работ по определению механических свойств пород предусмотрено имеющимися нормативными документами, устанавливающими состав и порядок ведения соответствующих геологических работ. Однако, объемы, состав и методы этих определений в указанных документах не детализированы и не приведены в соответствие с потребностями практического использования.

Настоящими «Требованиями...» устанавливаются порядок, объемы, виды и методы определения механических свойств горных пород на основных этапах геологического изучения шахтных полей с учетом:

— специфического направления использования результатов определения механических свойств пород на данном этапе освоения шахтного поля;

— требования максимальной экономии в проведении определений механических свойств пород при полноте использования их результатов;

— технического уровня и организационных условий проведения геологических работ на данном этапе геологического изучения шахтного поля.

Выполнение требования максимальной экономии при проведении определений механических свойств пород предусматривает, в частности, преемственность этих работ, заключающуюся в полном использовании результатов начальных этапов изучения на последующих этапах.

Разделы настоящих «Требований...» одобрены Министерством геологии СССР, Гос. комиссией по запасам при СМ СССР, Госгортехнадзором СССР и Всесоюзным объединением Союзуглегеология Минуглепрома СССР, замечания которых в «Требованиях...» учтены.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕЕНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗВЕДКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Общие положения

1.1. При ведении разведки угольных месторождений (поисковой, предварительной, детальной, доразведки) предусмативаются работы по определению механических свойств пород, углей, для чего отбираются их пробы и проводятся испытания. Опробование пород, угля на механические свойства является составной частью инженерно-геологических работ при разведке угольных месторождений наряду с другими инженерно-геологическими и гидрогеологическими работами, описанием трещиноватости, изучением геологических условий залегания, определении запасов и кондиций разведуемого угля.

В целях сокращения работ по определению механических свойств пород, углей предусматривается преемственное использование на отдельных этапах разведки результатов определений механических свойств, выполненных на более ранних этапах.

1.2. Настоящие «Требования...» находятс в соответствии с «Инструкцией по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев» (утверждена ГКЗ СССР 30 декабря 1966 г.), с «Временными техническими требованиями угольной промышленности к геологоразведочным работам и исходным геологическим материалам, представляемым для проектирования нового строительства и реконструкции шахт, разрезов» (утверждены МУП СССР 19 октября 1970 г.) и с «Инструкцией по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке» (утверждена МГ СССР 9 апреля 1973 г.). «Требования...» развивают и детализируют положния указанных нормативных докумнтов в части состава, объемов, видов и методов выполнения работ по определению механических свойств пород при разведке шахтных полей.

1.3. Данные о механических свойствах пластов угля и вмещающих пород и их изменчивости по шахтному полю являются неотъемлемой частью и основанием прогнозов горнотехнических условий ведения горных работ при строительстве и эксплуатации

угольных шахт. Поэтому целями проведения работ по определению механических свойств пород являются:

а) на этапе поисковой разведки — установление целесообразности последующих разведочных работ и определение объмов этих работ. Данные определения механических свойств пород включаются в отчетную документацию о результатах поисков;

б) на этапе предварительной разведки — определение общих промышленных перспектив месторождения, его горногеологических особенностей и основных условий вскрытия и отработки. Данные изучения пород включаются в Технико-экономический доклад (ТЭД) о результатах разведки и используются для его рекомендаций;

в) на этапе детальной разведки (и доразведки) — получение необходимых данных для проектирования горного предприятия. Результаты изучения пород включаются в документы разведки.

1.4. Показатели механических свойств горных пород, угля, наряду с данными о их трещиноватости и расслоенности, являются одним из основных сведений, используемых для прогнозов и оценок устойчивости горных выработок и добываемости ископаемого, при проектировании и ведении горных работ с учетом управления процессами горного давлния и сдвижения пород и технологии горных работ.

Результаты определения механических свойств пород на этапе предварительной разведки используются проектной организацией при разработке технико-экономического обоснования (ТЭО) строительства горного предприятия.

Результаты определения механических свойств пород при детальной разведке используются для технического проекта горного предприятия, включая системы вскрытия и разработки, технологию и технику горных работ, мероприятия по предотвращению горных ударов и других динамических явлений в разрабатываемом массиве горных пород, нормирование и определение стоимости горных работ.

1.5. Областью применения настоящих «Требований...» является разведка угольных месторождений и проектирование их подземной разработки. Общее руководство со стороны Минуглепрома СССР по применению «Требований...» осуществляется Всесоюзным геологическим объединением Союзуглегеология.

1.6. Работы по определению механических свойств пород, угля при разведке угольных месторождений включают: установление мест отбора породных проб, отбор проб, пригодных для проведения механических испытаний, проведение испытаний, а также определение показателей механических свойств пород, угля геофизическими методами, документирование результатов определений.

В предусмотренных «Требованиями...» случаях определение механических свойств пород допускается без выполнения испытаний — по косвенным данным аналогии или с использованием корреляционной связи этих свойств с иными показателями, а

также опредение механических свойств горных пород по данным каротажа мест, подлежащих изучению механических свойств, но при выполнении условий:

— наличия для данного геологического района достаточно тесной корреляции каротажных данных и показателей механических свойств;

— проведения отбора породных проб и их механических испытаний по 20—25% скважин от общего количества скважин проводимой разведки.

Места изучения угля, пород (определения механических свойств) при разведке угольных месторождений

1.7. Для определения механических свойств угля, пород должны использоваться разведочные выработки (скважины и горные выработки) предусмотренные программой проводимой разведки для установления условий залегания, запасов и кондиций угля, а также для решения остальных задач разведки.

В районах развития горно-эксплуатационных работ рекомендуется широко использовать для изучения пород и, особенно, угля горные выработки близрасположенных угольных шахт и разрезов с горно-геологическими условиями, аналогичными разведуемым.

При выборе мест изучения пород, углей на механические свойства следует учитывать их сокращение за счет преемственного использования на проводимых этапах разведки результатов опредений механических свойств пород, угля, выполненных на предшествовавших этапах.

В необходимых случаях в программе развдки предусматривается дополнительное бурение специальных инженерно-геологических скважин (согласно приказа Министра Геологии СССР № 162 от 20 апреля 1970 г.) и проходка горных выработок с опробованием углей, пород на механические свойства.

1.8. При ведении поисковой разведки определение механических свойств горных пород выполняют на основе использования данных о крепости одноименных отложений по разведанным соседним участкам, полям, аналогичным разведуемому в отношении крепости пород. В отсутствии указанных месторождений — аналогов определение механических свойств пород, угля должно производиться по 1—2 скважинам на разведуемый участок в наиболее характерных по геологическому сложению местах этого участка. По скважине должны изучаться механические свойства представителей основных литотипов пород, угля.

При ведении предварительной и детальной разведки (и доразвдки) разведочная сеть выработок (скважин и используемых разведкой горных выработок и мест в этих выработках) должна обеспечивать достаточную надежность усреднения по площади разведываемого участка определяемых показателей механических свойств и определение показателей вариации и изменчивости этих

свойств по площади. Для изучаемых рабочих угольных пластов* и их непосредственных кровли и почвы уровень надежности должен быть повышен.

Для достижения вышеуказанной надежности опредения механических свойств угольных пластов и покрывающих и подстилающих их пород (согласно пп. 1.9, 1.10 и 1.11 настоящих «Требований...») между местами определения по площади предварительной и детальной разведки (и доразведки), в зависимости от литологической и фациальной выдержанности слоев и с учетом геологического строения и генезиса месторождения, устанавливаются следующие интервалы:

— для участков с выдержанными литологическим составом и механическими свойствами пород и простой морфологией угольных пластов и тектоническим строением (группа I по классификации ГКЗ) с учетом охвата всех выделяемых на участке литологических типов вмещающих пород, интервалы между местами определения механических свойств пород не более, чем в 2—3 раза, а для рабочих угольных пластов и слоев их непосредственных кровли и почвы (согласно пп. 1.9—а, 1.10—а и 1.11—а настоящих «Требований...») — не более, чем в 2 раза, превышают соответствующие интервалы по линиям размещения (по простиранию и вкрест простирания) всех разведочных выработок, предусмотренных программой разведки. При этом для участков с пониженной мощностью угольных пластов и глубоким их залеганием (месторождения Донецкого, Кизеловского бассейнов и им подобные) породы угольного пласта и непосредственных кровли и почвы изучаются не реже, чем через 400—600 м. По участкам с неглубоким залеганием пластов, разведываемых густыми сетками (типа Подмосковного, Днепровского бассейнов) или в которых боковые породы пласта сложены рыхлыми отложениями, допускается разрежение сети изучния до тройного интервала принятой основной разведочной сети.

— для участков с изменчивыми литологическим составом и механическими свойствами пород и сложной морфологией и тектоническим строением пластов (группа 2 по классификации ГКЗ), с учетом охвата всех выделяемых на участке литотипов вмещающих пород, интервалы между местами определения механических свойств пород совпадают или не более, чем вдвое превышают соответствующие интервалы по линиям размещения (по простиранию и вкрест простирания) всех разведочных выработок, предусмотренных программой проводимой разведки;

---

* Рабочим угольным пластом считается угольная пачка или комплекс пачек и породных прослоев, имеющих средневзвешенную зольность не выше, а общую мощность не ниже кондиций, установленных для балансовых запасов данной марки угля по данному месторождению. Нерабочим считается угольный пласт, не удовлетворяющий требованиям кондиций по мощности или зольности.

— для участков с очень изменчивыми литологическим составом и механическими свойствами пород и с очень сложной морфологией и тектоническим строением пластов (группа 3 по классификации ГКЗ) определение механических свойств пород производится по всем разведочным выработкам, предусмотренным программой проводимой разведки.

В зависимости от имеющейся степени изученности геологического района указанные интервалы по площади мест исследования пород на механические свойства при веднии детальной разведки могут быть увеличены по согласованию разведочной организации с проектной.

Для скважин, предусмотренных программой проводимой разведки специально для детализации строения геологических нарушений определение показателей механических свойств пород, угля рабочих угольных пластов и слоев их непосредственных кровли и почвы должно быть выполнено по всем этим скважинам (с преимущественным применением каротажа).

Для скважин детальной разведки, размещаемых вблизи намеченных ТЭО мест расположения околоствольных дворов и главных квершлагов, определение механических свойств пород, угля проводится по скважинам, число и глубина которых обеспечивают перекрытие разреза по профилю вдоль оси предполагаемого заложения каждого главного квершлага в пределах его длины. При пологом залегании изучение проводится по минимальному числу скважин, размещенных вдоль указанных осевых линий.

Для скважин детальной разведки, размещаемых вблизи намеченных ТЭО мест расположения шахтных стволов, определение механических свойств пород, угля производится по одной скважине, ближайшей к месту предполагаемого заложения каждого ствола.

Линии размещения скважин детальной разведки вблизи намеченных ТЭО мест расположения шахтных стволов и околоствольных дворов рекомендуется предусматривать, совмещая их с осями намеченных ТЭО главных квершлагов и шахтных стволов.

Для достижения необходимой повышенной надежности определения механических свойств рабочих угольных пластов и породных слоев их непосредственных кровли и почвы (согласно пп. 1.9—а, 1.10—а и 1.11—а настоящих «Требований...») по всем выработкам (скважинам), предусмотренным программой проводимой разведки должны иметься полные литолого-фациальные и каротажные данные о выдержанности этих пластов, слоев со степенью детальности, соответствующей детальности определния их механических свойств согласно п. 1.12 настоящий «Требований...».

1.9. По разведочным выработкам предварительной и детальной разведки (и доразведки) месторождений мощных (мощностью более 3,5 м) угольных пластов, кроме скважин на предполагаемых ТЭО местах расположения шахтных стволов и околоствольных дворов, изучению механических свойств подлежат породы, угли в следующих интервалах по глубине залегания (см. также прил. 1):

а. Интервалы особо детального изучения: каждый рабочий угольный пласт по всей его общей мощности*, залегающие непосредственно над ним слои пород и нерабочие угольные пласты общей мощностью 1—1,5 м (непосредственная кровля), залегающие непосредственно под ним слои и нерабочие пласты общей мощностью 1—1,5 м (непосредственная почва).

б. Интервалы менее детального изучения: залегающие над указанными в «а» слои пород основной кровли и нерабочие угольные пласты, общей мощностью равной 4—5 кратной мощности рабочего пласта, но не более 25 м; залегающие под указанным в «а» слои пород почвы и нерабочие пласты, общей мощностью равной мощности рабочего пласта, но не более 10 м. Если указанные слои, пласты залегают по отношению к вышележащему или нижележащему рабочему пласту в интервале, предусмотренном в «а», то изучаются они согласно «а».

1.10. По разведочным выработкам предварительной и детальной разведки (и доразведки) месторождений средней мощности и тонких (мощностью до 3,5 м) угольных пластов, кроме скважин на предполагаемых ТЭО местах расположения шахтных стволов и околоствольных дворов, изучению механических свойств подлежат породы, угли в следующих интервалах по глубине залегания (см. также прил. 1):

а. Интервалы особо детального изучения: каждый рабочий угольный пласт по всей его общей мощности; залегающие непосредственно над ним слои пород и нерабочие угольные пласты общей мощностью 2,5—3 м (непосредственная кровля) и залегающие непосредственно под ним слои и нерабочие пласты общей мощностью 1,5—2 м (непосредственная почва).

б. Интервалы менее детального изучения: залегающие над указанными в «а» слои пород основной кровли и нерабочие угольные пласты, общей мощностью, равной 10 кратной мощности рабочего пласта, но не более 25 м; залегающие под указанными в «а» слои пород почвы и нерабочие пласты, общей мощностью, равной 4 кратной мощности рабочего пласта. но не более 10 м. Если указанные слои, пласты залегают по отношению к вышележащему или нижележащему рабочему пласту в интервале, предусмотренном в «а», то изучаются они согласно «а».

1.11. Для скважин детальной разведки размещамых вблизи намечаемых ТЭО мест расположения шахтных стволов, околоствольных дворов и главных квершлагов исследованию на механические свойства подлежат породы, угли в следующих интервалах залегания:

а. Интервалы особо детального изучения: каждый рабочий угольный пласт по всей его общей мощности, залегающие нпосредственно над ним слои пород и нерабочие угольные пласты

---

* Общую мощность рабочего угольного пласта составляет сумма мощностей слагающих его угольных пачек и породных прослоев.

общей мощностью 2,5—3 м (непосредственная кровля) и залегающие непосредственно под ним слои и нерабочие угольные пласты общей мощностью 1,5—2 м (непосредственная почва); слои пород и пласты угля, залегающие в интервале глубин от 15—20 м выше до 5—10 м ниже каждого намечаемого ТЭО горизонта заложения околоствольных дворов, квершлагов.

6. Интервалы менее детального изучения: прочие слои пород и нерабочие угольные пласты разреза по скважинам, размещенным вблизи намечаемых ТЭО мест расположения шахтных стволов, от дневной поверхности до глубины на 30—40 м ниже намечаемого горизонта заложения нижнего околоствольного двора.

1.12. По интервалам особо детального изучения (согласно пп. 1.9—а, 1.10—а и 1.11—а настоящих «Требований...»; определяются механические свойства следующих слоев и пластов:

а) каждого из литологически отличающихся от смежных пласта угля, прослоя и слоя породы мощностью не менее 0,3 м (для пластов, слоев мощностью более 1 м опробуют каждый полный и неполный метр мощности);

б) характерных представителей литотипов пород и угля из числа слоев, пластов и прослоев мощностью от 0,1 до 0,3 м.

в) слоя породы или нерабочего угольного пласта мощностью не менее 0,1 м, непосредственно залегающего в кровле каждого рабочего угольного пласта (ложная кровля).

Пласты, прослои и слои мощностью менее 0,1 м опробованию на механические свойства не подлежат.

Для всех пластов, прослоев и слоев, в том числе мощностью менее 0,1 м, тщательно регистрируется мощность и расположение и дается краткое макроскопическое петрографическое описание с указанием параметров трещиноватости (число систем, ориентировка, густота и характер трещин).

1.13. По интервалам менее детального изучения (согласно пп. 1.9—б, 1.10—б, 1.11—б настоящих «Требований...») механические свойства определяются для каждого из литологически отличающихся от смежных пласта угля и слоя породы мощностью не менее 1 м (для пластов, слоев мощностью более 3 м изучают каждые полные и неполные 3 м мощности). Характерные представители литотипов пород, угля из пластов мощностью от 0,1 до 1 м изучаются только по скважинам на намечаемых ТЭО местах расположения шахтных стволов.

Пласты, слои и прослои мощностью менее 1 м (а для скважин на намечаемых ТЭО местах расположения шахтных стволов — менее 0,1 м) по интервалам менее детального изучения опробованию не подлежат.

Расположение всех контактов между литологически различающимися слоями пластами регистрируется.

Пробы пород и угля для механических испытаний

1.14. С каждого места опробования на механические свойства отбирается проба породы, угля, петрографический состав, структура и текстура, а также механическое состояние которой должны быть максимально представительными для массива в опробуемом месте, а размеры и количество достаточны для выполнения необходимых испытаний и определения требуемых показателей.

Проба отбирается из определяемой геологом типичной по сложению, составу, влажности и механическому состоянию части слоя, пласта, подлежащего опробованию. При невозможности отбора пробы непосредственно в намеченном месте и при выдержанности состава пород по напластованию, в качестве исключения допускается отбор в соответствующем по мощности изучаемого слоя, пачки месте (выработке), удаленном от намеченного не более, чем на 100 м по простиранию и не более, чем на 50 м по падению опробуемого слоя, пачки. При этом должна регистрироваться оценка отклонения от типичности пробы.

Расположение каждого места отбора проб угля, пород на механические свойства как по площади, так и по мощности разведуемого породного массива, должно быть обязательно зарегистрировано в документации результатов определения механических свойств пород.

1.15. В зависимости от характера разведочных выработок, используемых для опробования, пробы могут быть в виде кусков буровых кернов или монолитов, отбираемых в необходимом количестве из подземных выработок или обнажений массива.

Минимальные размеры породных кусков в пробе для механических испытаний устанавливаются:

— для керновых проб диаметр не менее 30—40 мм, длина не менее 150 мм (не считая скосов у торцов);

— для монолитов не менее $200 \times 200 \times 150$ мм (минимальные размеры в направлении длины, ширины и высоты, не считая мест, нарушенных при отделении от массива и подлежащих удалению).

При выходе бурового керна опробуемых слабых, трещиноватых и мелкослоистых пород и угля в виде маломерных обломков (в особенности при отборе проб согласно пп. 1.12—б и в, 1.13 настоящих «Требований...», а также в случаях измельчения монолитов в процессе их отделения от массива в подземных выработках) допускается уменьшение размеров кусков, образующих пробу, до $40 \times 40 \times 40$ мм, причем испытания проводят методами пониженной надежности, а связность породы по структурным контактам (трещинам, расслоениям) не определяют.

Для слабых и мелкослоистых разновидностей угля и пород, не поддающихся выемке кусками, допускается отбор пробы в виде мелочи размером не менее $20 \times 20 \times 10$ мм для грубых испытаний части показателей механических свойств соответствующими метода-

ми (например, метод толчения), остальные же показатели не определяются. В этих случаях допускаются также методы испытания породы с пониженной надежностью, непосредственно в обнажении или горной выработке (без отбора пробы) пробниками вдавливания.

При полной невозможности отбора пробы угля или слабой породы из скважин и горных выработок, вызванной измельчением ее до размеров, менее указанных, механические испытания не предусматриваются, а механические свойства угля (породы) определяют по результатам анализа мелочи с визуальной приблизительной оценкой крепости и точной регистрацией места залегания указанной породы, предпочтительно по данным каротажа. В этих случаях, при наличии изученной для данного геологического района корреляции петрографических признаков породы и их механических свойств, для оценки последних используют результаты петрографического изучения пород и указанные корреляционные зависимости.

Порода во всех кусках пробы должна быть (в пределах представительности пробы) одинакова по составу, сложению и состоянию. Пробы характерных представителей литотипов угля и пород (отбираемые в соответствии с пп. 1.12—б и 1.13 настоящих «Требований...» допускается составлять из кусков (кернов или монолитов), отобранных из различных, но литологически сходных слоев, прослоев и пластов.

1.16. Количество кусков керна, монолитов, составляющее пробу породы, назначается в зависимости от предусмотренных видов и применяемых методов испытаний, а также с учетом размеров кусков (табл. 1.1.).

1.17. Технология отбора проб должна в максимальной мере обеспечивать их представительность и предотвращать механическое нарушение целостности или изменение естественной трещиноватости и расслоенности слагающей их породы, а также их естественной влажности. Для отделения проб от массива в обнажениях и горных выработках нежелательно использование взрывных работ и применение резко-ударных операций. Использование же этих технологических приемов регистрируется при отборе пробы и учитывается при петрографическом анализе происхождения трещиноватости опробуемой породы. При применении ударных операций по отбору проб в обнажениях и горных выработках (кайление и т. п.) размеры кусков отбираемых проб увеличивают из расчета последующей зачистки поврежденных поверхностей проб на глубину 5—10 см. Для отделения проб от массива рекомендуется максимально использовать буровые (напрмер, обуривание строчками шпуров) и режущие (например, применение угольных пил) операции. Обнажения, используемые для отбора проб, предварительно зачищают для удаления эрозированной породы.

Способы транспортировки и хранения проб должны обеспечить их первоначальную целостность и влажность. С этой целью в

Таблица I.I

Необходимое количество породы, составляющей пробу для проведения механических испытаний

Место отбора пробы	Методы испытаний										
	Нормальные			Упрощенные				Грубые			
	керны ø 42х150 мм, шт.	монолиты 200х200х х150 мм, шт.	куски 40х40х х40 мм, шт.	керны ø 42х150мм, шт.	монолиты 200х200х х150 мм, шт.	куски 40х40х х40 мм, шт.	мелочь 20х20х х10 мм, кг	керны ø 42х150мм, шт.	монолиты 200х200х х150 мм, шт.	куски 40х40х х40 мм, шт.	мелочь 20х20х х10 мм, кг
I. Поисковая разведка:											
- каждый опробуемый согласно п. I. 8 слой, пласт	-	-	-	-	-	-	-	I	I	4-5	0,5-0,8
2. Предварительная, детальная разведка месторождений пологого падения:											
- каждый рабочий угольный пласт, каждый пласт, слой непосредственной кровли, опробуемый согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а, каждый слой, пласт основной кровли, опробуемый согласно пп. I.9-б, I.IO-б, I.II-б	5-6	I	9-I2	4	I	9-I2	0,5-0,8	3	I	7-IO	0,5-0,8
- каждый слой, пласт непосредственной почвы, опробуемый согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а, каждый слой, пласт подстилающих рабочий пласт пород, опробуемый согласно пп. I.9-б, I.IO-б, I.II-б	9-I2	2	25-32	6-7	I-2	I7-23	0,5-0,8	5	I	II-I6	0,5-0,8
- прочие слои и пласты, опробуемые согласно пп. I.9-в, I.IO-в	3-4	I	6-7	2	I	6-7	0,5-0,8	I	I	4-5	0,5-0,8
3. Предварительная, детальная разведка месторождений наклонного и крутого падения:											
- каждый рабочий угольный пласт, каждый пласт, слой непосредственной кровли, опробуемый согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а, каждый слой, пласт основной кровли, опробуемый согласно пп. I.9-б, I.IO-б, I.II-б	9-I2	2	25-32	6-7	I-2	I7-23	0,5-0,8	I	I	II-I6	0,5-0,8
- каждый слой, пласт непосредственной почвы, опробуемый согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а, каждый слой, пласт подстилающих рабочий пласт пород, опробуемый согласно пп. I.9-б, I.IO-б, I.II-б	7-9	2	I7-22	5-6	I	I3-I7	0,5-0,8	4	I	9-I3	0,5-0,8
- прочие слои, пласты, опробуемые согласно пп. I.9-в, I.IO-в	3-4	I	6-7	2	I	6-7	0,5-0,8	I	I	4-5	0,5-0,8

необходимых случаях производится защитная консервация слагающих кусков (парафинирование или упаковка в полиэтиленовые мешочки), специальное затаривание (в ящики с досыпкой смягчающим толчки материалом) и принимаются меры предосторожности от толчков, падений, атмосферных и температурных влияний.

1.18. Каждая проба сопровождается краткой первичной документацией, в которой фиксируются время и фактичское место ее отбора согласно п. 1.14 настоящих «Требований...», ориентировка ее залегания в массиве (согласно пп. 1.12—1.13) и замечания о степени фактической представительности породы. В документации должны быть также сведения о местах контактов опробуемого слоя со смежными (желательно, по материалам каротажа). Эти сведения должны совпадать с данными геологических описаний пород по скважинам, выработкам. Для проб, отбираемых по интервалам особо детального изучения, в первичной документации отражают также предусмотренные п. 1.12 настоящих «Требований...» сведения о трещиноватости породы.

Состав механических испытаний горных пород, выполняемых при разведке угольных месторождений.

1.19. На этапе поисковой разведки по пробам представителей основных литотипов пород, отбираемых согласно п. 1.8 настоящих «Требований...», определяется предел прочности при сжатии в состоянии естественной влажности (водонасыщения).

На этапах предварительной и детальной разведки (и доразведки) месторождений с пологим (до 25°) падением пластов должны, как правило, определяться показатели механических свойств согласно табл. 1.2.

На этапах предварительной и детальной разведки (и доразведки) месторождений с наклонным и крутым (более 25°) падением пластов должны, как правило, определяться показатели механических свойств согласно табл. 1.3.

Методы механических испытаний горных пород, выполняемых при разведке угольных месторождений

1.20. Для определения показателей механических свойств пород, угля выполняются механические испытания образцов, изготовленных из породных проб. Исключение составляют случаи оценок механических свойств на основании петрографического изучения пород с использованием визуальных оценок или корреляции механических свойств с петрографическими признаками согласно п. 1.22 настоящих «Требований...», а также случаи оценок механических свойств пород при поисковой разведке, с использованием данных о крепости пород на аналогичных месторождениях согласно п. 1.6 настоящих «Требований...».

Таблица I.2

Места опробования	Определяемые показатели					
	Предел прочности при сжатии в состоянии естественной влажности с коэффициентом вариации	Предел прочности при растяжении в направлении напластования с коэффициентом вариации	Предел прочности при растяжении в направлении нормали к напластованию с коэффициентом вариации	Модуль упругости (грубая оценка)	Показатели пластичности (грубая оценка)	Визуальные сведения о поверхностях структурного ослабления (слоистость, трещиноватость) и оценка их связности
Рабочие угольные пласты, опробуемые согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а	+			+	+	+
Слои и пласты непосредственной кровли рабочих пластов, опробуемые согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а, и основной кровли, опробуемые согласно пп. I.9-б, I.IO-б и I.II-б	+	+	+	+		+
Слои и пласты непосредственной почвы рабочих пластов, опробуемые согласно пп. I.9-а, I.IO-а, I.II-а, и подстилающих пород, опробуемые согласно пп. I.9-б, I.IO-б и I.II-б	+			+	+	+
Прочие слои и пласты, опробуемые согласно пп. I.9-в и I.IO-в	+					

Таблица I.3

Места опробования	Определяемые показатели					
	Предел прочности при сжатии в состоянии естественной влажности с коэффициентом вариации	Предел прочности при растяжении в направлении напластования с коэффициентом вариации	Предел прочности при растяжении в направлении нормали к напластованию с коэффициентом вариации	Модуль упругости (грубая оценка)	Показатели пластичности (грубая оценка)	Визуальные сведения о поверхностях структурного ослабления (слоистость трещиноватость) и оценка их связности
Рабочие угольные пласты, опробуемые согласно пп. I.9-а, I.I0-а и I.II-а	+	+	+	+	+	+
Слои и пласты непосредственной кровли рабочих пластов, опробуемые согласно пп. I.9-а, I.I0-а, I.II-а, и основной кровли, опробуемые согласно пп. I.9-б, I.I0-б, I.II-б	+	+	+	+	+	+
Слои и пласты непосредственной почвы рабочих пластов, опробуемые согласно пп. I.9-а, I.I0-а, I.II-а, и подстилающих пород, опробуемые согласно пп. I.9-б, I.I0-б, I.II-б	+			+	+	+
Прочие слои и пласты, опробуемые согласно пп. I.9-в и I.I0-в	+					

Применяемые методы механических испытаний должны учитывать нормативные положения действующих стандартов и выбираться в зависимости от определяемых показателей (согласно п. 1.19 настоящих «Требований...»), их надежности* и характера горной породы, обусловливающего возможность отбора кусков породы, угля необходимых размеров и изготовления из них породных образцов. При наличии равноценных по надежности и по виду определяемых показателей методов испытаний, до введения соответствующих стандартов, допускается выбор методов испытаний из числа предусмотренных настоящими «Требованиями...» в зависимости от производственных возможностей разведочной организации.

1.21. На этапе поисковой разведки допускается определять показатели механических свойств пород с надежностью, соответствующей грубым методам испытаний.

На этапе предварительной и детальной разведки (и доразведки) надежность механических испытаний должна соответствовать нормальным или упрощенным методам испытаний с определением средней для породной пробы величины и коэффициента вариации каждого определяемого показателя. Грубые методы испытаний и оценок механических свойств пород допускаются при этом в случаях:

— определения предела прочности при сжатии слабых разновидностей угля и пород, не поддающихся выемке проб кусками, пригодными для испытаний нормальными или упрощенными методами и отбираемых пробами в виде мелочи размером не менее $20 \times 20 \times 10$ мм;

— испытаний проб слоев, прослоев, пластов мощностью менее 0,3 м, отбираемых (в соответствии с пп. 1.12—б и в и 1.13 настоящих «Требований...») в количестве недостаточном для проведения испытаний методами нормальной надежности;

— определения показателей упругости, пластичности и связности по поверхностям структурного ослабления.

* Надежностью механических испытаний горных пород называют меру соответствия их точности требуемой точности для последующего использования результатов.

Нормальными считают методы испытаний, обеспечивающие надежность 95—98% при массовых испытаниях.

Упрощенными считают методы испытаний с надежностью 85—90%, с использованием образцов малых размеров и произвольной (неправильной) формы, косвенных способов нагружения и несложных портативных испытательных устройств. Результаты используют при инженерных решениях горнотехнических задач.

Грубыми считают методы испытаний, обеспечивающие надежность порядка 60—75%, с использованием простейших средств и приемов при опробовании малоответственных интервалов, а также в случаях невозможности проведения более точных испытаний. Результаты используют для примерных прикидок и ориентировочных решений горнотехническихзадач.

1.22. Из числа допускаемых настоящими «Требованиями...» методов механических испытаний предпочтительными являются прямые, при которых механизм деформирования и разрушения породы при испытании непосредственно характеризуется определяемыми показателями.

Наряду с прямыми допускается применение косвенных методов, при которых определяемый показатель устанав вают по результатам испытания с привлечением теоретических допущений (например, теорий прочности и деформируемости). Надежность косвенных методов испытаний устанавливается тарировкой — опытным сопоставлением с соответствующими прямыми методами. Результаты тарировки используют в форме поправочных коэффициентов, расчетных формул, таблиц или других нормативов.

Для косвенного определения механических свойств пород с пониженной надежностью можно использовать корреляционные связи значений определяемого показателя с другими известными показателями (механическими, петрографическими или влажностными). Надежность косвенного определения устанавливается с учетом коэффициента корреляции вышеуказанной связи, при отсутствии же сведений о коэффициенте корреляции (в том числе в случаях оценок крепости слабых пород, угля, измельчающихся при отборе пробы до размеров, менее установленных п. 1.15 настоящих «Требований...») косвенное определение приравнивается к грубой оценке.

1.23. В целях обеспечения требуемого уровня надежности испытаний, наряду с применением соответствующих методов и выполнения их нормативов, при определении каждого показателя механических свойств породы, угля предусматриваются повторные испытания образцов изучаемой пробы: для уровня надежности нормальных испытаний 8—10 шт., упрощенных — 4—5 шт., грубых — 2—3 шт. При применении методов, предусматривающих использование остатков испытанного образца для проведения повторных испытаний, вышеуказанное число образцов сокращается соответственно.

Уменьшение числа образцов по сравнению с вышеуказанным снижает надежность метода до уровня, соответствующего фактическому числу образцов.

Показатели механических свойств пород, определяемые нормальными и упрщенными методами, содержат средние арифметические значения и коэффициенты вариации, вычисляемые по результатам повторных испытаний с использованием обычных формул математической статистики. В качестве значений показателей механических свойств пород, определяемых грубыми методами, принимаются результаты повторных испытаний образцов, различающиеся между собой не более, чем на 25—30%.

1.24. Предел прочности породы, угля при сжатии (коэффициент крепости) определяется одним из следующих методов*:

---

* Нормативы методов испытаний даны в прил. 2.

Для нормального уровня надежности испытаний:

— одноосное сжатие цилиндрических породных образцов с шлифованными торцами между плоскими плитами испытательной машины;

— одноосное сжатие цилиндрических породных образцов между рифлеными плитами испытательной машины;

— сжатие породных дисков плоскими соосными пуансонами.

Для уровня надежности, соответствующего упрощенным испытаниям:

— раскалывание сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы, с использованием корреляции показателей прочности;

— одноосное сжатие между плоскими плитами испытательной машины породных образцов полуправильной или кубообразной формы с шлифованными торцами.

Для уровня надежности, соответствующего грубым испытаниям:

— ударное измельчение в стальном цилиндре падающей гирей угольной, породной мелочи;

— уплотнение плунжером в стальном цилиндре, угольной породной мелочи;

— определение прочности с использованием корреляционных связей определяемого показателя с показателями упругости и ультразвукового каротажа;

— динамическое вдавливание портативным молотком Е. Шмидта или другими пробниками вдавливания.

1.25. Предел прочности породы, угля при растяжении определяется одним из следующих методов*:

Для нормального уровня надежности испытаний:

— раскалывание встречными сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы;

— раскалывание цилиндрических породных образцов усилиями, распределенными по их образующим («бразильский» метод);

Для уровня надежности, соответствующего упрощенным испытаниям:

— разрыв с помощью соосных пуансонов дискообразных породных образцов с отверстием;

— раскалывание стальными клиньями плитообразных породных образцов;

— поперечное раскалывание породных кернов стальными клиньями.

1.26. Модуль упругости породы определяется одним из следующих методов**.

— упругое вдавливание встречных сферических инденторов в породные куски произвольной, в том числе неправильной формы;

---

* См. сноску к п. 1.24.

** См. сноску к п. 1.24.

Таблица I.4

Результаты механических испытаний пород по (наименование разведываемого объекта)

Номер скважины (выработки)	Номер пробы	Глубина отбора (место отбора) пробы	Наименование породы	Показатели механических свойств									
				Предел прочности при						Модуль упругости	Показатели пластичности	Характеристика структурных ослаблений	Прочность по структурному контакту
				сжатии		растяжении							
				среднее значение	коэффициент вариации	в направлении нормали к напластованию		вдоль напластования					
						среднее значение	коэффициент вариации	среднее значение	коэффициент вариации				
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4

— ультразвуковое прозвучивание по методу продольного профилирования цилиндрических породных образцов;

— ультразвуковое иммерсионное прозвучивание пластинчатых породных образцов.

1.27. Показатели пластичности (модуль пластичности, категории пластичности и текучести) породы определяются* пластическим вдавливанием встречных сферических инденторов в породные куски произвольной, в том числе неправильной формы.

1.28. Степень структурной ослабленности пород, угля определяется* по описанию систем поверхностей ослабления (трещины, расслоения) и оценке степени сцепления по этим поверхностям с применением следующих методов:

— раскол породных образцов клиньями по поверхности ослабления;

— оценка мускульного усилия разделения породных кусков по поверхности ослабления;

— классификация по внешнему виду обнажений поверхности ослабления.

Документирование результатов механических испытаний горных пород

1.29. Результаты определений механических свойств пород и угля должны быть зафиксированы в отчетной геологической документации по производимой разведке. Результаты определений представляются по форме согласно табл. 1.4 с указанием порядковых номеров породных проб и величин определяемых показателей механических свойств.

В графических документах отчетной документации проводимой разведки (стратиграфические разрезы по колонкам скважин и др.) в местах опробования указываются номера проб, отобранных для механических испытаний.

---

* См. сноску к п. 1.24.

2. ВРЕМЕННЫЕ НОРМАТИВЫ ОБЪЕМОВ, ВИДОВ И МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НОВЫХ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ПОДГОТОВКЕ НИЖЕЛЕЖАЩИХ ГОРИЗОНТОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Общие положения

2.1. При строительстве новых, реконструкции и подготовке нижележащих горизонтов существующих угольных шахт должно предусматриваться проведение испытаний механических свойств горных пород и угля в соответствии с настоящими «Временными нормативами...». Проведение испытаний включается в комплекс геолого-изыскательных работ, выполняемых при строительстве (реконструкции), наряду с составлением геологических описаний, уточнением кондиций по качеству намечаемых к добыче углей, технологических и физических свойств пород и углей, описаниями трещиноватости, гидрогеологическими и геокриологическими исследованиями и другими геолого-изыскательскими работами.

2.2. При выполнении геолого-изыскательных работ при строительстве (реконструкции) угольных шахт используют и учитывают следующие имеющиеся данные геологических работ, проводившихся по подготовляемому к разработке участку месторождения:

— при строительстве новых шахт — данные геологической разведки и доразведки шахтного поля;

— при проведении реконструкции и подготовке новых горизонтов шахт — данные геологической разведки шахтного поля, геолого-изыскательных работ при строительстве шахты, материалы геологической службы шахты за период ее эксплуатации и данные доразведки подготовляемых участков.

2.3. Специально проводимые при строительстве (реконструкции) угольных шахт геолого-изыскательные работы включают:

а. Опережающее проходку бурение специальных скважин: контрольно-стволовых, вертикальных или наклонных по осевым линиям подлежащих проходке горизонтальных и наклонных капитальных выработок главных направлений (в необходимых случаях, см. п. 2.14), опережающих горизонтальных по направлениям подлежащих проходке главных квершлагов и других капитальных полевых выработок (кроме выработок, проходимых по простиранию).

Проектирование и бурение указанных скважин производится с учетом изученности горно-геологических условий согласно п. 2.2. При этом необходимо:

— разместить скважины, предусмотреть их направление и глубину (длину) в пределах допускаемых величин отклонений вследствие искривления скважин при бурении в соответствии с настоящими «Временными нормативами...»;

— предусмотреть отбор керна для выполнения всех исследований пород и углей по программе геолого-изыскательных работ, в том числе для лабораторных испытаний механических свойств пород в объемах и составе, в соответствии с настоящими «Временными нормативами...»*;

— предусмотреть выполнение других исследований по программе геолого-изыскательных работ;

— произвести замеры искривлений скважин по всей длине и привязать устья скважин и их направления к опорной маркшейдерской сети и проекту горных выработок строящейся шахты;

— выполнить работы по обеспечению надежного тампонажа пройденных скважин, особенно на водоносных горизонтах и на участках возможного сближения скважин с контуром выработок;

б. Выполняемое одновременно с проходкой оперативное геологическое документирование с зарисовками и регистрацией показателей трещиноватости пород в обнажении стенок всех проходимых при строительстве (реконструкции) шахты горных выработок, включая шахтные стволы и главные квершлаги, отбор из стенок выработок породных проб—монолитов и проведение лабораторных испытаний изготовленных из них породных образцов.

в. Для шахт, подлежащих реконструкции и подготовке нижележащих горизонтов — пополнение по сохранившимся выработкам сведений о геологическом сложении, трещиноватости и механических свойствах пород в соответствии с «Инструкцией по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР» (1973 г.) и проведение по требованию проектной организации дополнительных описаний пород в стенках выработок и определения их механических свойств.

2.4. Показатели механических свойств горных пород, получаемые в результате испытаний, являются одним из основных сведений, необходимых для проектирования и ведения горных работ с учетом управления горным давлением, сдвижением пород и технологии горных работ. Поэтому целями проведения этих испытаний являются:

а) контрольное подтверждение и повышение надежности исходных геологических материалов, использованных в техническом проекте строящегося (реконструируемого) предприятия и, в случае

---

* Часть указанных скважин, предусмотренных программой геолого-изыскательных работ, может не использоваться для изучения механических свойств горных пород.

расхождения, внесение в проект коррективов. Оценка запасов и резервов рабочего проекта на покрытие возможной неточности исходных геологических данных;

б) оперативное получение исходных данных для правильного выбора шахтостроительной организацией проходческого оборудования, установления эффективных режимов проходческих работ, расхода проходческих материалов и инструментов и нормирования проходческих работ;

в) уточнение и дальнейшее пополнение имеющихся геологических данных по подготовляемой к разработке части месторождения для последующего использования их при эксплуатации месторождения.

2.5. Механические испытания горных пород включаются в состав работ по строительству (реконструкции) шахт с вытекающими отсюда функциональными, правовыми и финансовыми взаимоотношениями и обязательствами между соответствующей проектной организацией, комбинатом (заказчиком) и шахтостроительной организацией (исполнителем-подрядчиком).

Для выполнения геолого-изыскательных работ, в том числе, для отбора породных проб и проведения механических испытаний, могут привлекаться на договорных началах местные организации Союзуглегеологии Минуглепрома, бассейновые НИИ и ВТУЗы, территориальные геологоразведочные организации Министерства геологии СССР или иные специализированные геологические и изыскательские организации.

Конкретное задание на работы по механическим испытаниям пород при строительстве (реконструкции) угольной шахты согласуется подрядчиком с заказчиком и проектной организацией. В особых случаях, в зависимости от конкретных горногеологических условий, а также от степени изученности, состав задания может быть изменен (расширен, сокращен и т. д.) по согласованию между заказчиком, подрядчиком и проектной организацией.

Работы по определению механических свойств пород включают установление мест отбора, отбор проб, испытания, документирование и сосредоточение результатов.

2.6. Областью применения настоящих «Временных нормативов...» является строительство новых шахт, реконструкция и подготовка новых горизонтов существующих угольных шахт СССР. Случаи неприменения отдельных нормативов по причине особых местных условий или при наличии достаточного состава сведений о механических свойствах пород оговорены в настоящих «Временных нормативах...».

Места изучения пород в контрольно-стволовых скважинах

2.7. По каждому намеченному к проходке или углубке вертикальному шахтному стволу проводится бурение с дневной поверх-

ностью вертикальной контрольно-стволовой скважины и отбирается керн для испытания механических свойств и геологического описания пород по керну.

При углублении шахтных стволов по согласованию заказчика с проектной организацией допускается, в зависимости от местных условий бурить контрольно-стволовые скважины с имеющихся горизонтов углубляемой шахты.

Бурение контрольно-стволовых скважин, геологическое описание пород по их кернам и механические испытания породных проб предшествуют разработке проекта организации строительных работ и началу проходческих работ по стволу, включая и бурение технологических скважин (водопонижающих, замораживающих и т. п.).

2.8. Для опробования горных пород на механические свойства по каждому проходимому или углубляемому вертикальному шахтному стволу бурится, как правило, одна контрольно-стволовая вертикальная скважина при условии охвата ею полной проектной глубины. Если по техническим причинам это требование выполнить невозможно, то может быть пробурено несколько скважин, перекрывающих совместно полную проектную глубину.

При проходке (углублении) шахтного ствола на месторождении с невыдержанными условиями залегания (группа 3 по классификации ГКЗ) или на участке месторождения с относительно выдержанными условиями залегания (группа 2 по классификации ГКЗ) с крутым или наклонным падением или с ожидаемыми по имеющимся геологическим данным геологическими нарушениями в радиусе до 100 м от оси ствола, число контрольно-стволовых скважин может быть по требованию проектной организации и согласованию заказчика с подрядчиком, увеличено до двух или трех на шахтный ствол. При проходке сближенных стволов, с расстоянием между их осями не более 100 м, одна из указанных двух или две из трех скважин на каждый ствол принимаются общими для обоих сближенных стволов.

Контрольно-стволовые скважины используются, помимо опробования пород на механические свойства, также и для других работ предусматриваемых геологическими изысканиями (согласно п. 2.1 настоящих «Временных нормативов...»).

Если имеется разведочная скважина с опробованными на механические свойства породами, удовлетворяющая по своему расположению требованиям п. 2.9, а по техническим характеристикам — п. 2.10, настоящих «Временных нормативов...», то сведения по этой скважине можно использовать вместо бурения специальной контрольно-стволовой скважины.

2.9. Расположение в плане одной или нескольких (последнее в случаях предусмотренных п. 2.8 настоящих «Временных нормативов...») контрольно-стволовых скважин каждого проходимого или углубляемого шахтного ствола должно обеспечивать представительность геологической информации, включая показатели механических

свойств массива пород в месте предстоящей проходки ствола. Для этого расположение скважин должно удовлетворять следующим требованиям:

а. Скважину или одну из скважин располагают не далее 10—15 м от оси ствола.

б. Две скважины бурят по профилю, направленному вкрест простирания пород.

в. Три скважины располагают треугольником, наибольший угол которого не превышает 95°; в вершине этого угла бурят ближайшую к оси ствола скважину, а две другие — по профилям, располагаемым в направлении простирания и вкрест простирания пластов.

г. Расстояния между осями контрольно-стволовых скважин, должно быть не менее 20 м и не более 50 м.

д. Перечисленные в настоящем пункте требования распространяются также на контрольно-стволовые скважины каждого из проходимых сближенных шахтных стволов.

2.10. Контрольно-стволовые скважины бурятся не менее чем на 15 м глубже соответствующего проходимого (углубляемого) шахтного ствола. Скважины задают с расчетом на отклонение от вертикали (вследствие искривления при бурении) не превышающее 1 м на 100 м глубины, для чего должны учитываться местные условия. Диаметр контрольно-стволовых скважин должен быть не менее 60 мм.

Конструкция скважин, технология и режим их бурения должны обеспечивать максимально возможный, но не меньший, чем фактический при детальной разведке выход керна в исследуемых на механические свойства интервалах и максимально возможное сохранение представительности отбираемых проб в отношении их естественных механических свойств (структурная целостность, влажность).

Устья контрольно-стволовых скважин привязываются к опорной маркшейдерской сети, а их искривления замеряются по всей глубине. Привязка мест отбора керна по контрольно-стволовым скважинам и геологические описания пород производятся по глубине скважин от их устья.

Керн контрольно-стволовых скважин должен быть ориентирован относительно направления скважин (верх—низ). Азимут падения пород устанавливают по имеющимся сведениям о геологическом строении.

После проходки контрольно-стволовые скважины тампонируют по всей длине.

2.11. Исследованию на механические свойства по контрольно-стволовым скважинам подлежат породы в следующих интервалах:

а. Интервалы более длительного изучения:

— слои пород у дневной поверхности общей мощностью 10—15 м, при большей мощности четвертичных отложений — вся их мощность (только для вновь проходимых стволов);

— слои пород и пласты угля, залегающие в интервале глубин от 15—20 м выше каждого намечаемого горизонта заложения околоствольных дворов до 5—10 м ниже этого горизонта;

— каждый из рабочих угольных пластов*, по всей его общей мощности, слои пород и нерабочие угольные пласты общей мощностью 2,5—3 м, непосредственно залегающие над каждым рабочим угольным пластом (непосредственная кровля); слои пород и нерабочие угольные пласты, общей мощностью 1,5—2 м, непосредственно залегающие под каждым рабочим угольным пластом (непосредственная почва);

— слои пород и пласты угля, залегающие в интервале глубин от 5—10 м выше до 5—10 м ниже каждого из проходимых скважиной геологических нарушений.

Для вновь проходимых шахтных стволов интервалы более детального изучения включают все имеющиеся в разрезе по скважине (скважинам) рабочие угольные пласты с их непосредственной кровлей и почвой и все геологические нарушения, а для углубляемых стволов — рабочие пласты с непосредственной кровлей и почвой и нарушения в интервале углубки.

6. Интервалы менее детального изучения — все остальные слои пород и нерабочие угольные пласты геологического разреза по всей длине контрольно-стволовой скважины (скважин) для вновь проходимых стволов и по длине интервала углубки — для углубляемых стволов.

2.12. По интервалам более детального изучения механических свойств пород контрольно-стволовых скважин (согласно п. 2.11—а настоящих «Временных нормативов...») изучению подлежат следующие слои и пласты:

а) каждый из литологически различающихся от смежных (в пределах принятой классификации литотипов**) пласт угля, прослой и слой породы, мощностью не менее 0,3 м (для пластов, слоев мощностью более 1 м опробуют каждый полный и неполный метр мощности);

б) характерные представители литотипов пород, угля из числа пластов, прослоев и слоев мощностью от 0,1 до 0,3 м и особенно слои слабых пород, существенно влияющих на условия проходки и крепления ствола и околоствольных выработок.

Пласты, прослои и слои мощностью менее 0,1 м опробованию не подлежат.

Для всех пластов, прослоев и слоев, в том числе и мощностью менее 0,1 м тщательно регистрируют мощность и расположение и дают краткое макроскопическое петрографическое описание с указанием параметров трещиноватости (число систем, ориентировка, густота и характер трещин).

---

* См. пп. 1.8 и 1.9.

** Здесь и далее используется классификация слоев пород по литотипам, применяемая «Инструкцией по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР», М. (1973 г.).

2.13. По интервалам менее детального изучения механических свойств пород контрольно-стволовых скважин (согласно п. 2.11—6 настоящих «Временных нормативов...») изучению подлежат следующие слои и пласты:

а) каждый из литологически различающихся от смежных слой породы и нерабочий угольный пласт мощностью не менее 1,0 м (для слоев, пластов мощностью более 5 м опробуют каждые полные и неполные 5 м мощности);

б) представители литотипов пород, углей слоев и нерабочих пластов мощностью от 0,1 до 1,0 м,особенно слабые разновидности пород.

Слои пород и угольные пласты мощностью менее 0,1 м опробованию не подлежат;

Расположение всех контактов между литологически различающимися слоями, пластами регистрируется.

Места изучения пород в вертикальных (наклонных) скважинах по осевым линиям подлежащих проходке горизонтальных и наклонных капитальных выработок

2.14. При недостаточной геологической изученности, по согласованию проектной организации с заказчиком и подрядчиком, по осевым линиям подлежащих проходке капитальных горизонтальных (наклонных) выработок главных направлений, с дневной поверхностью или из имеющихся горных выработок должно производиться бурение вертикальных (или, в зависимости от конкретных условий, наклонных) скважин с отбором керна для механических испытаний и геологического описания (включая сведения об имеющейся трещиноватости пород). Указанные скважины используются также для других геолого-изыскательных работ (согласно п. 2.1 настоящих «Временных нормативов...»).

Бурение скважин производится по осевым линиям штолен или наклонных стволов, главных квершлагов, главных откаточных штреков и капитальных уклонов.

Бурение скважин, геологическое описание пород по керну и механические испытания породных проб должны предшествовать горным работам по проходке выработок указанных горизонтов.

Если по геологическим данным имеются разведочные или иные скважины, удовлетворяющие по расположению требованиям п. 2.15, а по техническим характеристикам — п. 2.16 настоящих «Временных нормативов...» сведения по этим скважинам можно использовать вместо бурения скважин.

2.15. Расположение в плане вертикальных (наклонных) скважин по осевым линиям подлежащих проходке капитальных выработок должно удовлетворять следующим требованиям:

а) скважины каждой выработки задаются по профилю вдоль оси этой выработки с допустимым отступлением от этой оси, как правило, не более 20 м, но так, чтобы (с учетом допустимых

искривлений) они не попадали в контур выработки. В зависимости от конкретных условий величина допустимого отступления может быть по согласованию подрядчика с заказчиком и проектной организацией изменена;

б) расстояние между соседними скважинами по профилю для выработок, проходимых вкрест простиранию пластов, должно быть не более 100 м при пологом залегании пластов (падение менее 25°) и не более 50 м при наклонном и крутом залегании пластов (падение более 25°);

в) расстояние между соседними скважинами по профилю, для выработок, проходимых по напластованию пород, должно быть не более 200 м.

Расстояния между скважинами могут быть увеличины по согласованию подрядчика с заказчиком и проектной организацией в случаях проходки капитальных выработок на детально разведанном участке месторождения с выдержанными условиями залегания (группа 1 по классификации ГКЗ), а также на участке месторождения со сложным строением или относительно выдержанными условиями залегания (группа 2 по классификации ГКЗ), если по геологическим данным установлено, что по длине выработки падения пластов пологое, а геологических нарушений не ожидается.

В зависимости от ожидаемой сложности геологического строения массива по указанию проектной организации, расстояния между скважинами могут быть уменьшены или местами сгущены или углы их наклона изменены*.

При близком расположении в плане капитальных выработок главных направлений откаточного и вентиляционного горизонтов (наклонное и крутое залегание пластов) одни и те же скважины используют для изучения пород обоих горизонтов.

2.16. Вертикальные (наклонные) скважины по направлениям осевых линий подлежащих проходке капитальных выработок должны буриться не менее, чем на 30 м глубже горизонта соответствующей выработки или, при изучении пород, вмещающих выработки двух горизонтов (согласно п. 2.15 настоящих «Временных нормативов...») одной скважиной — горизонта нижней выработки. Скважины задаются с расчетом на допустимую величину отклонения от заданного направления (вследствие искривления при бурении), не превышающую 1,5 м на 100 м длины скважины, для чего должны учитываться местные условия. Диаметр скважин должен быть не менее 60 мм.

Конструкция скважин, технология и режим их бурения должны обеспечивать максимально возможный, но не меньший, чем фактический при детальной разведке, выход керна в опробуемых интервалах и сохранение представительности отбираемых проб в отношении их естественных механических свойств (структурная целост-

* В целях выявления различно ориентированных систем ослабления (трещин) породы, рекомендуется скважины задавать с различным наклоном.

ность, влажность). Устья скважин и их направление привязываются к опорной маркшейдерской сети, а замеры искривлений скважин производятся до их забоя. Привязка мест отбора керна по скважинам и геологические описания пород производятся по глубине скважин от их устья.

Керн, отбираемый в качестве проб для механических испытаний при бурении вертикальных (наклонных) скважин по линиям капитальных выработок, необходимо ориентировать относительно направления скважин (верх—низ). Азимут падения пород устанавливают по имеющимся геологическим сведениям.

После проходки скважины должны тампонироваться (особенно надежно на участках предполагаемого сближения скважин с контуром выработок и водоносными горизонтами).

2.17. Исследованию на механические свойства по вертикальным (наклонным) скважинам осевых линий капитальных выработок, подлежат породы в следующих интервалах:

а) интервалы более детального изучения — слои и прослои пород и пласты угля, залегающие в интервале глубин от 15—20 м выше до 5—10 м ниже (в направлении нормали к напластованию) каждого намечаемого горизонта предстоящего расположения выработок;

б) интервалы менее детального изучения — прочие слои пород и пласты угля, залегающие в интервале глубин от 100 м и выше верхнего намечаемого горизонта до 30 м ниже нижнего намечаемого горизонта предстоящего расположения капитальных выработок.

2.18. По интервалам более детального изучения механических свойств пород вертикальных (наклонных) скважин осевых линий капитальных выработок (согласно п. 2.17—а настоящих «Временных нормативов...») исследованию на механические свойства подлежат следующие слои и пласты:

а) каждый из литологически различающихся от смежных пласт угля, прослой и слой породы, мощностью не менее 0,3 м (для пластов, слоев мощностью более 1 м опробуют каждый полный и неполный метр мощности);

б) представители литотипов пород, угля из числа пластов, прослоев и слоев мощностью от 0,1 до 0,3 м и особенно слои, от которых зависят условия отработки пластов и проведения подготовительных выработок.

Для всех пластов, прослоев и слоев, в том числе мощностью менее 0,1 м тщательно регистрируют мощность и расположение и дают краткое петрографическое описание с указанием параметров трещиноватости (число систем, ориентировка, густота и характер трещин).

2.19. По интервалам менее детального изучения механических свойств пород вертикальных (наклонных) скважин осевых линий подлежащих проходке капитальных выработок (согласно п. 2.17—б настоящих «Временных нормативов...») исследованию на механические свойства подлежат представители всех литотипов пород.

углей разреза. Расположение всех контактов между литологически различающимися слоями, пластами регистрируется.

Места изучения пород в горизонтальных опережающих скважинах по направлениям подлежащих проходке главных квершлагов и других капитальных полевых выработок

2.20. При крутом падении пластов, а также на участках угольных месторождений со сложным (по данным разведки) геологическим строением из смежных выработок по каждому намеченному строительством главному квершлагу и другим капитальным полевым выработкам должно производиться бурение скважины (или с учетом конкретных условий нескольких скважин) в направлении проходки выработки с отбором керна для механических испытаний и геологического описания.

При системе вскрытия с проходкой главного квершлага как в сторону висячего, так и лежачего бока скважины бурятся в обоих указанных направлениях.

Вышеуказанные скважины используются также для других предусматриваемых геолого-изыскательских работ (согласно п. 2.1 настоящих «Временных нормативов...»).

Бурение скважины (скважин), геологическое описание пород по их кернам и механические испытания породных проб должны предшествовать горным работам по проходимой выработке.

В случае достаточной геологической изученности участка проходки выработки, по согласованию подрядчика с заказчиком и проектирующей организацией бурение опережающих скважин в состав геолого-изыскательных работ можно не включать.

2.21. Горизонтальные опережающие скважины в направлениях подлежащих проходке главных квершлагов и других капитальных полевых выработок должны быть расположены так, чтобы их оси были удалены от оси соответствующих выработок не более, чем на 20 м. Как правило, скважина должна задаваться по оси выработки. Конкретные места в околоствольном дворе для бурения горизонтальных опережающих скважин и точное направление бурения определяется соответствующим указанием проектирующей организации.

Если бурение одной горизонтальной скважины на полную длину технически затруднено (например, искривлением скважины при бурении) предусматривается последовательное бурение двух или более скважин, совместно перекрывающих необходимую длину, для чего бурение производят из специальных ниш или выработок, смежных с проходимой. При этом должна соблюдаться вышеуказанная величина удаления скважин от оси выработки.

2.22. Длина горизонтальной опережающей скважины (скважин) назначается с расчетом на полное перекрытие длины подлежащей проходке выработки с превышением для главных квершлагов в 30 м,

а для других капитальных полевых выработок в 10 м. Скважина задается с расчетом на допустимую величину отклонения от заданного направления, вследствие искривления при бурении, не превышающую 2 м на 100 м длины скважины, для чего должны учитываться местные условия. Диаметр скважины должен быть не менее 60 мм.

Конструкция скважин, технология и режим их бурения должны обеспечивать максимально возможный, но не меньший, чем при детальной разведке, выход керна в местах, подлежащих опробованию пород на механические свойства, и сохранение представительности отбираемых проб в отношении их естественных механических свойств (ненарушенная структура и влажность).

Устья опережающих скважин и их направление привязываются к опорной маркшейдерской сети, а замеры искривлений производятся до их забоя. Привязка мест отбора керна по опережающим скважинам и геологическое описание пород производятся по длине скважин от их устья.

Керн, отбираемый для механических испытаний при бурении опережающих скважин необходимо ориентировать относительно направления скважины. Азимут падения пород устанавливают по имеющимся геологическим сведениям.

В случае вскрытия опережающими скважинами напорных водоносных горизонтов, эти скважины по завершении бурения должны тампонироваться.

2.23. Исследованию на механические свойства по горизонтальным опережающим скважинам подлежат слои пород и пласты угля по всей длине скважины. При этом опробуются:

а) каждый из литологически различающихся от смежных пласт угля, прослой и слой породы, мощностью не менее 0,3 м (для пластов, слоев мощностью более 1 м опробуют каждый полный и неполный метр мощности);

б) представители литотипов пород, угля из числа пластов, прослоев и слоев мощностью от 0,1 до 0,3 м особенно слои слабых пород, от которых зависят условия отработки пластов, проведение и поддержание подготовительных выработок.

Для всех пластов, прослоев и слоев, в том числе мощностью менее 0,1 м, тщательно регистрируют мощность и расположение и дают краткое макроскопическое петрографическое описание с указанием параметров трещиноватости (число систем, ориентировка, густота и характер трещин).

Места изучения пород при проходке (углублении) шахтных стволов и главных квершлагов

2.24. По мере проходки (углублении) каждого ствола и главного квершлага строящейся или реконструируемой шахты должно производиться полное послойное описание проходимых слоев, прослоев и пластов, включая показатели трещиноватости пород, с отбором

из забоя или стенки вблизи забоя ствола, квершлага породных проб для проведения механических и других испытаний предусмотренных составом проводимых геолого-изыскательных работ, и составлением эталонной коллекции горных пород. Геологические описания и места отбора породных проб должны быть привязаны к маркшейдерской сети. Описание и результаты испытаний сопоставляют с результатами по контрольно-стволовым и горизонтальным опережающим скважинам.

Отбираемые для механических испытаний породные пробы должны быть ориентированы относительно направлений залегания пластов (кровля—почва).

Если механические свойства пород по проходимым стволам, квершлагам изучены достаточно полно по опережающим скважинам (согласно пп. 2.7 и 2.20 настоящий «Временных нормативов...»), то объем работ по опробованию пород на механические свойства при проходке стволов, квершлагов, по согласованию подрядчика с заказчиком и проектной организацией может быть сокращен.

2.25. Исследованию на механические свойства при проходке (углублении) стволов, квершлагов подлежат слои и прослои пород и пласты угля по всему интервалу проходки. При этом опробуются:

а) каждый из литологически различающихся от смежных пласт угля, прослой и слой породы мощностью не менее 1 м (для слоев, пластов мощностью более 5 м опробуют каждые полные и неполные 5 м мощности);

б) представители литотипов пород, углей из числа слоев, прослоев и пластов мощностью менее 1 м.

Геологическая документация горных выработок должна включать детальные сведения о расположении всех контактов между литологически различающимися слоями, прослоями и пластами, а также сведения о трещиноватости пород.

Пробы пород и угля для механических испытаний

2.26. С каждого места опробования на механические свойства отбирается проба породы, угля, петрографический состав, структура и текстура, а также механическое состояние которой должны быть максимально представительными для массива в опробуемом месте, а размеры и количество достаточными для выполнения необходимых испытаний и определения требуемых показателей. Проба отбирается из определяемой геологом типичной по сложению, составу, влажности и механическому состоянию части слоя, пласта, подлежащего опробованию. По месту опробования должны быть установлены показатели природной макротрещиноватости опробуемой породы: число систем трещин, их ориентировка, густота и характер (прерывистость, шероховатость, цемент).

В качестве проб пород для испытания механических свойств при бурении скважин, в соответствии с пп. 2.7, 2.14 и 2.20 настоящих «Временных нормативов...», используют куски керна

диаметром не менее 42 мм и длиной не менее 150 мм, не считая скосов у торцов.

В качестве проб пород для испытания механических свойств при проходке (углубке) шахтных стволов и главных квершлагов, в соответствии с п. 2.24 настоящих «Временных нормативов...», используют образующиеся при отбойке или специально отделяемые от массива монолиты-куски изучаемых пород с сохранившейся, по данным визуального осмотра, естественной механической целостностью, размерами не менее $250 \times 250 \times 200$ мм (минимальные размеры в направлении длины, ширины и высоты, не считая мест со следами дробления взрывом, подлежащих удалению осторожным обкалыванием).

При проведении испытаний упрощенными методами допускается отбирать монолиты размерами не менее $80 \times 80 \times 80$ мм.

Монолиты отбирают из забоя выработки или из ее стенок в удалении от забоя не более, чем на 10 м, в пределах обнажения слоя, подлежащего опробованию, по возможности вдали от очагов взрывания.

При выходе керна слабых трещиноватых и мелкослоистых пород и угля в виде маломерных обломков (в особенности при отборе проб согласно пп. 2.12—6, 2.13—6, 2.18—6 и 2.23—6), а также в случаях измельчения монолитов указанных пород и угля в п офссе их отбора согласно п. 2.25—6 настоящих «Временных нормативов...», допускается уменьшение размеров кусков образующих пробу до $40 \times 40 \times 40$ мм, причем испытания проводятся методами пониженной надежности, а определение связности породы по структурным контактам (трещинам, расслоениям) не производятся.

Для слабых разновидностей угля и пород, не поддающихся выемке кусками, допускается отбор пробы в виде мелочи размером не менее, чем $10 \times 10 \times 10$ мм — для грубых испытаний части показателей механических свойств соответствующими методами (например, методом толчения), остальные же показатели не определяются.

Если при отборе пробы порода измельчается до размеров менее указанных, механические испытания не проводятся, а механические свойства угля, породы оцениваются по результатам анализа мелочи с визуальной приближенной оценкой крепости и точной регистрацией места заложения указанной породы, предпочтительно — по данным каротажа. В этих случаях при наличии изученной для данного геологического района корреляции петрографических признаков пород и их механических свойств для суждения о последних используют данные петрографического изучения пород и указанные корреляционные зависимости.

2.27. Количество кусков керна или монолитов, составляющее пробу породы для механических испытаний, назначается в зависимости от предусмотренных видов испытаний, применяемых мето-

дов испытаний и фактических размеров кусков, составляющих пробу (см. таблицу 2.1).

Порода, во всех кусках пробы должна быть (в пределах представительности пробы) одинакова по составу, сложению и состоянию. Пробы характерных по геологическому размеру представителей литотипов пород и угля (отбираемые в соответствии с пп. 2.12—б, 2.13—б, 2.18—б, 2.19—б, 2.23—б и 2.25—б настоящих «Временных нормативов...») допускается составлять из кусков, отобранных из различных, но литологически сходных слоев, прослоев, пластов.

2.28. Технология отбора, транспортировки и хранения проб должна в максимальной мере обеспечивать сохранение их естественной целостности и влажности. Пробы отбирают немедленно в процессе бурения и проходки выработок. Породные куски предохраняют от ударов, падения, атмосферных и температурных влияний. В необходимых случаях производят защитную консервацию породных кусков (парафинирование или упаковка в полиэтиленовые мешочки), специальное затаривание в ящики с досыпкой смягчающим толчки материалом, а также контрольные определения влажности пробы при ее отборе (естественная влажность) и проведении механических испытаний. Монолитные породы с кремнистым цементом можно не консервировать.

2.29. Каждая проба нумеруется по порядку и снабжается краткой документацией (этикеткой) с указанием времени и места ее отбора, ориентировки залегания в массиве и мест контактов опробуемого слоя со смежными (желательно, по материалам каротажа), а также степени фактической представительности породы. Все эти сведения должны совпадать с данными геологических описаний пород по скважинам, выработкам, включая сведения об имеющейся трещиноватости пород.

Состав механических испытаний горных пород, выполняемых при строительстве, реконструкции и углублении угольных шахт

2.30. По местам исследования горных пород на механические свойства должны быть выполнены определения следующих показателей (см. также табл. 2.2):

а. Предел прочности при сжатии в направлении нормали к напластованию* в состоянии естественной влажности (водонасыщенном) для всех проб пород, отобранных при бурении скважин (согласно пп. 2.12, 2.13, 2.18, 2.19, 2.23) и проходке выработок (согласно п. 2.25 настоящих «Временных нормативов...»).

---

* Если невозможно провести испытания в направлении нормали к напластованию, допускается испытание в ином направлении, причем результаты сопровождаются соответствующим указанием.

Таблица 2.I

Необходимое количество породы, составляющее пробу для проведения механических испытаний

Место отбора пробы	Методы испытаний									
	Нормальные		Упрощенные				Грубые			
	монолиты 250х250х х200 мм, шт.	керны диам. 42хI50 мм, шт.	монолиты 250х250х х200 мм, шт.	монолиты 80х80х х80 мм, шт.	керны диам. 42хI50 мм, шт.	обломки 40х40х х40 мм, шт.	монолиты 250х250х х200 мм, шт.	керны диам. 42хI50 мм, шт.	обломки 40х40х х40 мм, шт.	мелочь I0хI0х хI0 мм, кг
I. Контрольно-стволовые скважины:										
- устьевая часть ствола (вся мощность четвертичных отложений, но не менее IC-I5 м)	-	6-8	-	-	3-4	5-6	-	2-3	2-3	0,5-I
- рабочие горизонты (IC-I5 м покрывающих и 5-I0 м подстилающих пород)	5	7-9	I	5	4-6	I2-I6	I	4	I3-I6	0,5-I
- непосредственная кровля рабочих угольных пластов (мощность 2,5-3 м)	I	6-8	I	5	3-5	I0-I3	I	3	I0-I3	0,5-I
-рабочие угольные пласты (на полную мощность)	I	4-5	I	3	2-3	6-8	I	2	6-8	0,5-I
- непосредственная почва рабочих угольных пластов (мощность I,5-2 м)	I	5-6	I	5	3-4	8-II	I	3	9-II	0,5-I
- геологические нарушения (5-I0 м покрывающих и 5-I0 м подстилающих пород)	I	4-5	I	3	2-3	6-8	I	2	6-8	0,5-I
- все прочие слои и пласты по всему интервалу бурения	I	3-4	I	2	I-2	4-5	I	I	4-5	0,5-I
II. Вертикальные (наклонные) скважины по осевым линиям горизонтальных и наклонных капитальных выработок:										
- рабочие горизонты (I5-20 м покрывающих и 5-I0 м подстилающих пород)	I	6-8	I	5	3-4	I0-I3	I	3	II-I3	0,5-I
- прочие слои и пласты от I00 м выше до 30 м ниже каждого рабочего горизонта	I	3-4	I	2	I-2	4-5	I	I	4-5	0,5-I
III. Горизонтальные опережающие скважины:										
- весь интервал бурения	I	5-6	I	3	3-4	8-II	I	3	9-II	0,5-I
IV. Проходка стволов и главных квершлагов:										
- вся глубина, длина проходки	I	6-8	I	5	3-5	I0-I3	I	3	II-I3	0,5-I

Таблица 2.2

Состав испытаний по местам опробования на механические свойства

Место отбора пробы	Определяемые показатели					
	Предел прочности при сжатии	Пределы прочности при растяжении	Показатели упругости	Показатели пластичности	Описание структурных контактов и показатели их связности	Характеристика грунта
I. Контрольно-стволовые скважины:						
-устьевая часть ствола (вся мощность четвертичных отложений, но не менее 10-15 м), опроб. согл. пп. 2.11-а, 2.12	+				+	+
-рабочие горизонты (15-20 м покрывающих и 5-10 м подстилающих пород), опроб. согласно пп. 2.11-а, 2.12	+	+	+	+	+	+
-непосредственная кровля рабочих угольных пластов (мощностью 2,5-3 м), опроб. согл. пп. 2.11-а, 2.12	+	+	+		+	
-рабочие угольные пласты (на полную мощность), опроб. согласно 2.11-а, 2.12	+		+		+	
-непосредственная почва рабочих угольных пластов (мощность 1,5-2 м), опроб. согласно пп. 2.11-а, 2.12	+		+	+	+	
-геологические нарушения (5-10 м покрывающих и 5-10 м подстилающих пород), опроб. согласно пп. 2.11-а, 2.12	+		+		+	
-все прочие слои и пласты по интервалу бурения, опроб. согласно пп. 2.11-б, 2.13	+		+		+	
II. Вертикальные (наклонные) скважины по осевым линиям горизонтальных (наклонных) капитальных выработок:						
-рабочие горизонты (15-20 м покрывающих и 5-10 м подстилающих пород), опроб. согласно пп. 2.17-а, 2.18	+	+		+	+	
-прочие слои и пласты (от 100 м выше до 30 м ниже каждого рабочего горизонта), опроб. согл. пп. 2.17-б, 2.19	+				+	
III. Горизонтальные опережающие скважины:						
-слои и пласты по всему интервалу бурения, опроб. согл. п. 2.23	+		+	+	+	
IУ. Проходка шахтных стволов:						
-слои и пласты по всей глубине проходки, опроб. согл. п. 25	+	+	+		+	
У. Проходка главных квершлагов:						
-слои и пласты по всей длине проходки	+	+		+	+	

б. Пределы прочности при растяжении в направлении напластования и нормали к напластованию в состоянии естественной влажности для проб, отобранных:

— при бурении контрольно-стволовых скважин и вертикальных (наклонных) скважин осевых. линий подлежащих проходке горизонтальных (наклонных) капитальных выработок, по слоям и пластам, залегающим в интервале глубин от 15—20 м выше до 5—10 м ниже каждого горизонта заложения околоствольных дворов (согласно пп. 2.12 и 2.18 настоящих «Временных нормативов...»);

— при бурении контрольно-стволовых скважин по слоям пород и нерабочим угольным пластам непосредственной кровли общей мощностью 2,5—3 м всех рабочих угольных пластов (согласно п. 2.12 настоящих «Временных нормативов...»);

— со всех мест опробования пород при проходке шахтных стволов и главных квершлагов (согласно п. 2.25 настоящих «Временных нормативов...»).

в. Модуль упругости (грубая оценка) для проб:

— со всех мест опробования пород при бурении контрольно-стволовых скважин ниже четвертичных отложений (согласно пп. 2.12 и 2.13) и горизонтальных опережающих скважин по направлениям подлежащих проходке главных квершлагов и других капитальных полевых выработок (согласно п. 2.23 настоящих «Временных нормативов...»);

— со всех мест опробования пород при проходке шахтных стволов (согласно п. 2.25 настоящих «Временных нормативов...»).

г. Показатели пластичности для проб, отобранных:

— при бурении контрольно-стволовых скважин и вертикальных (наклонных) скважин по осевым линиям подлежащих проходке горизонтальных (наклонных) капитальных выработок — по слоям и пластам, залегающим в интервале глубин от 15—20 м выше до 5—10 м ниже каждого горизонта заложения околоствольных дворов (согласно пп. 2.12 и 2.18 настоящих «Временных нормативов...»);

— при бурении контрольно-стволовых скважин по слоям пород и нерабочим угольным пластам общей мощностью 1,5—2 м непосредственно залегающим под каждым угольным пластом (согласно п. 2.12 настоящих «Временных нормативов...»);

— при бурении горизонтальных опережающих скважин по направлениям подлежащих проходке главных квершлагов со всех мест опробования пород согласно п. 2.23 настоящих «Временных нормативов...»);

— при проходке главных квершлагов и других капитальных полевых выработок со всех мест опробования пород согласно п. 2.25 настоящих «Временных нормативов...»).

д. Связность породы по поверхностям структурных контактов (межслоевых и трещин) — для всех мест опробования пород при бурении скважин (пп. 2.12, 2.13, 2.18, 2.19, 2.23) и проходки

выработок (п. 2.25), кроме случаев получения породных проб в виде маломерных обломков (п. 2.26 настоящих «Временных нормативов...»).

е. Показатели механических свойств несвязных и глинистых грунтов, опробуемых при бурении контрольно-стволовых скважин по наносам (четвертичным отложениям) (пп. 2.11 и 2.12 настоящих «Временных нормативов...»): коэффициент сцепления и угол внутреннего трения в состоянии естественной влажности, коэффициент компрессии в состоянии естественной влажности и водонасыщенном, пределы пластичности и текучести, набухаемость и размокаемость.

2.31. Перечисленный в п. 2.30 настоящих «Временных нормативов...» состав механических испытаний горных пород в общем комплексе геолого-изыскательских работ при строительстве (реконструкции) угольных шахт может быть сокращен в случаях:

а) полной невозможности отбора проб породы (угля) из-за измельчения ее до размеров, не удовлетворяющих условиям п. 2.26 настоящих «Временных нормативов...». Для оценки механических свойств используются тогда результаты макроскопического и микроскопического петрографического изучения;

б) наличия в геологическом районе строительства (реконструкции) шахты надежно (с коэффициентами не ниже 0,8—0,9) изученной корреляции механических свойств основных литотипов пород с их петрографическими признаками и наличии для пород и углей всех мест изучения (согласно п. 2.30 настоящих «Временных нормативов...») детальных петрографических сведений. В этом случае показатели механических свойств пород, угля определяют с использованием этих сведений и корреляционных зависимостей без отбора проб для механических испытаний и без проведения механических испытаний, с проведением лишь контрольных испытаний отдельных литотипов пород, угля.

в) наличия (согласно п. 2.4 настоящих «Временных нормативов...») сведений о простом геологическом строении, выдержанной мощности и хорошей изученности пород на участке, подлежащим опробованию пород на механические свойства. В этом случае (в соответствии с п. 2.6 настоящих «Временных нормативов...») состав механических испытаний можно сократить по согласованию между заказчиком, подрядчиком и проектной организацией.

Методы механических испытаний горных пород, выполняемых при строительстве, реконструкции и углублении угольных шахт

2.32. Для определения показателей механических свойств горных пород при строительстве (реконструкции) угольных шахт должны выполняться механические испытания образцов, изготовленных из породных проб (исключение составляют случаи сокращения состава испытаний, предусмотренные п. 2.31, а также сокра-

щения объемов испытаний, предусмотренные п. 2.8, 2.14, 2.20, 2.24 настоящих «Временных нормативов...»). Методы механических испытаний должны учитывать нормативные положения действующих стандартов и выбираться в зависимости от предусмотренного вида испытаний (согласно п. 2.30 настоящих «Временных нормативов...»), их надежности* и от характера горной породы, обусловливающего возможность отбора кусков необходимых размеров и изготовления из них образцов.

2.33. Надежность механических испытаний горных пород при строительстве (реконструкции) угольных шахт, как правило, должна соответствовать получаемой при нормальных методах испытаний.

Упрощенные методы механических испытаний горных пород допускаются в случаях:

— испытания слабых, трещиноватых или мелкослоистых пород и угля, не поддающихся выемке проб кусками установленной величины для испытаний нормальными методами (для монолитов $250 \times 250 \times 200$ мм, для кернов диаметром 42×150 мм) и отбираемых пробами в виде кусков размерами не менее $40 \times 40 \times 40$ мм;

— испытания слабых, трещиноватых и мелкослоистых пород и угля, пробы которых, хотя и состоят из кусков установленной величины, однако их количество недостаточно для проведения испытаний на уровне нормальных;

— определения пределов прочности при растяжении, показателей упругости и пластичности, а для наносов — коэффициента компрессии и пределов пластичности и текучести.

Грубые методы испытаний и оценок механических свойств пород допускаются в случаях:

— определения крепости (предела прочности при сжатии) слабых разновидностей угля и пород, не поддающихся выемке проб кусками, пригодными для испытаний нормальными или упрощенными методами и отбираемых пробами в виде мелочи размером не менее $10 \times 10 \times 10$ мм;

— определения показателей упругости и пластичности, набухаемости и размокаемости, характеристики связности породы по структурным контактам.

Для косвенного определения значения какого-либо показателя механических свойств породы по известному другому показателю (механическому, петрографическому или влажностному) могут использоваться имеющиеся корреляционные зависимости этих показателей. Надежность такого косвенного определения устанавливается с учетом коэффициента корреляции используемой зависимости, при отсутствии же сведений о коэффициенте корреляции косвенное определение приравнивается к грубой оценке.

Визуальная оценка крепости горных пород по результатам анализа мелочи, предусмотренная п. 2.26 настоящих «Временных нормативов...» для случаев полной невозможности отбора пробы

---

* См. сноску к п. 1.21.

вследствие измельчения породы до размеров менее $10 \times 10 \times 10$ мм., приравнивается по уровню надежности к грубой оценке.

2.34. Определение предела прочности породы (угля) при сжатии (коэффициента крепости) должно осуществляться одним из следующих методов*:

Для нормального уровня надежности испытаний:

— одноосное сжатие цилиндрических породных образцов с шлифованными торцами между плоскими плитами испытательной машины;

— одноосное сжатие цилиндрических породных образцов между рифлеными плитами испытательной машины;

— сжатие породных дисков плоскими соосными пуансонами.

Для уровня надежности, соответствующего упрощенным испытаниям:

— раскалывание сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы с использованием корреляции показателей прочности;

— одноосное сжатие между плоскими плитами испытательной машины породных образцов полуправильной или кубообразной формы с подшлифованными торцами.

Для уровня надежности, соответствующего грубым испытаниям:

— ударное измельчение в стальном станке угольной, породной мелочи падающей гирей («метод толчения»);

— уплотнение пуансоном в стальном стакане угольной, породной мелочи («метод ЦКТГУ»);

— определение прочности с использованием корреляционных связей определяемого показателя с показателями упругости, петрографическими и ультразвукового каротажа.

2.35. Определение пределов прочности пород, угля на растяжение должно осуществляться одним из следующих методов *:

Для нормального уровня надежности испытаний:

— раскалывание встречными сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы;

— раскалывание цилиндрических породных образцов усилиями, распределенными по их образующим («бразильский» метод).

Для уровня надежности, соответствующего упрощенным испытаниям:

— разрыв с помощью плоских соосных пуансонов дискообразных породных образцов с отверстием;

— поперечные раскалывания породных кернов стальными клиньями.

2.36. Определение модуля упругости породы должно осуществляться одним из следующих методов *:

— упругое вдавливание встречных сферических инденторов в породные куски произвольной, в том числе неправильной формы;

---

* См. сноску к п. 1.24.

— ультразвуковое прозвучивание по методу продольного профилирования цилиндрических породных образцов;

— ультразвуковое иммерсионное прозвучивание пластинчатых породных образцов.

2.37. Определение показателей пластичности (модулей пластичности и категорий пластичности и текучести) породы должно осуществляться* пластическим вдавливанием встречных сферических инденторов в породные куски произвольной, в том числе неправильной формы.

2.38. Описание структурной нарушенности и оценка связности породы по поверхностям контакта слоев и трещинам должны осуществляться одним из следующих методов:

а) Описанием трещиноватости породы содержащим следующие сведения: число и ориентировку систем трещин, их густоту, характер (сквозные, прерывистые), характеристику поверхности трещин, наличие и состав цемента.

б) Оценкой класса связности по поверхности контакта, трещины производимой по результатам испытания предела прочности при растяжении по поверхности структурного ослабления (согласно п. 2.35—б настоящих «Временных нормативов...»).

в) Оценкой степени связности по контакту, трещине производимой по их внешнему виду согласно табл. 2.3.

Таблица 2.3

Класс по связности	Визуальная характеристика поверхности	Механические характеристики		
		предел прочности при растяжении, кгс/см^2	коэффициент сцепления, кгс/см^2	угол внутреннего трения, градусы
I	Зеркально-гладкая, пришлифованная или со следами скольжения, гладкая, ровная, шероховатая с прожилками глинистых и чешуйчатых минералов, углистые прослойки в породе	до 0,5	до 1,5	9-18
2	Ровная шероховатая, зернистая с растительными остатками	0,5-2,5	1,5-10	18-25
3	Неровная, грубошероховатая со следами отрыва, с минеральным заполнением (кальцитом); с мелким растительным детритом	от 2,5 до 50% прочности в однородном образце	от 10 до 50% сцепления в однородном образце	25-30

2.39. В целях обеспечения требуемого уровня надежности испытаний, при применении указанных в пп. 2.34—2.38 методов,

* См. сноску к п. 1.24.

для определения каждого показателя предусматривают повторные испытания необходимого числа образцов изучаемой пробы: для уровня надежности нормальных испытаний 8—10 образцов, упрощенных 4—5 образцов, грубых испытаний 2—3 образца. При применении методов испытаний, предусматривающих использование остатков испытанного образца для повторных испытаний вышеуказанное число образцов сокращают соответственно.

Уменьшение числа образцов или повторных испытаний по сравнению с вышеуказанным снижает надежность метода испытаний до уровня, соответствующего фактическому числу образцов (испытаний).

Показатели механических свойств пород, определяемые нормальными и упрощенными методами содержат средние арифметические значения и коэффициенты вариации, вычисляемые по результатам повторных испытаний. В качестве значений показателей механических свойств, определяемых грубыми методами принимают результаты повторных испытаний, различающиеся между собой не более чем на 25—30%.

Документирование результатов механических испытаний горных пород

2.40. Результаты испытаний механических свойств угля и пород включаются в предусмотренную геологическую документацию геолого-изыскательных работ, проводимых при строительстве (реконструкции) шахты. Результаты испытаний представляются по форме согласно табл. 2.4 с указанием порядковых номеров соответствующих породных проб и величин показателей их механических свойств. На графических документах геологической документации должны быть указаны (в местах опробования пород) соответствующие номера проб, отобранных для механических испытаний.

2.41. Результаты определения механических свойств горных пород, проводимого в соответствии с настоящими «Временными нормативами...», должны сопоставляться с соответствующими геологическими материалами, перечисленными в п. 2.2 «Временных нормативов...» и, в случае обнаружения их резкого несоответствия, немедленно сообщаться заказчику (угольному комбинату), шахтостроительной и проектной организациям.

2.42. Материалы законченных механических испытаний горных пород по строящемуся (реконструируемому) объекту должны передаваться в составе прочих материалов комплексных геолого-изыскательских работ, заказчику и, при необходимости, компетентной организации (например, бассейновому НИИ), привлекаемой заказчиком для составления на их основе прогнозных заключений и рекомендаций по ведению горных работ.

В случаях сложных горно-геологических условий строительства, указанная компетентная организация может привлекаться в про-

Таблица 2.4

Результаты механических испытаний пород по строящейся, реконструируемой шахте _____
(наименование объекта)

Наименование выработки, скважины	Номер пробы	Характеристика места отбора проб (глубина по скважине, расстояние по выработке, слой по разрезу и т. п.)	Показатели механических свойств											
			Предел прочности при сжатии		при растяжении				Модуль упругости, кгс/см²	Коэффициент Пуассона	Модуль пластичности, кгс/см²	Категория пластичности	Категория текучести	Связность по структурным контактам
					в направлении нормали к напластованию		вдоль напластования							
			Среднее значение, кгс/см²	Коэффициент вариации, %	Среднее значение, кгс/см²	Коэффициент вариации, %	Среднее значение, кгс/см²	Коэффициент вариации, %						Класс связности / Прочность при растяжении, кгс/см²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 / 16

цессе строительства для промежуточного прогнозного заключения на основании имеющихся материалов испытаний горных пород на механические свойства и других геолого-изыскательских материалов.

3. ТРЕБОВАНИЯ ПО СОСТАВУ, ВИДАМ И МЕТОДАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Общие положения

3.1. Согласно «Инструкции по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР» геологическая служба шахты сосредоточивает и систематически пополняет геологические материалы, в том числе сведения о механических свойствах горных пород по полю шахты и ее выработкам. Инструкцией предусмотрено:

— обеспечение геологической службой установленной полноты геологических материалов по полю шахты и ее выработкам, включая необходимую документацию и эталонную коллекцию образцов основных типов пород и углей угленосной толщи;

— участие геологической службы в изучении динамических явлений (горные удары и внезапные выбросы угля и газа) и устойчивости пород в горных выработках, выяснении геологических условий проявлений устойчивости и динамических явлений и подготовке исходных геологических материалов для проектирования соответствующих технических мероприятий.

3.2. Содержание настоящих Требований находится в соответствии с «Инструкцией по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР» и детализирует ее в части состава, видов и методов определения механических свойств горных пород при эксплуатации угольных шахт, а также находится в согласии с содержанием «Правил безопасности на угольных и сланцевых шахтах» и нормативных документов, устанавливающих объемы и состав испытаний механических свойств пород при разведке угольных месторождений, разрабатываемых подземным способом и при строительстве новых, реконструкции и подготовке нижележащих горизонтов угольных шахт.

3.3. При планировании и выполнении геологической службой работ по сосредоточению и пополнению сведений о механических свойствах горных пород учитываются и используются имеющиеся исходные геологические материалы разведки (и доразведки) поля

шахты, геологических изысканий, выполненных при строительстве (и реконструкции) шахты и другие имеющиеся материалы специальных геологических исследований, экспертиз и т. д.

Пополнять эти сведения на разрабатываемых и подготовляемых к разработке участках и выработках шахты согласно «Инструкции по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР» геологическая служба шахты должна путем своевременного отбора в надлежащих местах проб углей и пород, организации их испытаний с определением необходимых показателей механических свойств и сосредоточением, обобщением и документированием результатов испытаний в составе прочих геологических материалов. Объем этих работ может быть частично сокращен за счет использования геологической службой материалов эксплуатационной разведки, технического бурения и доразведки по шахте, что должно быть предусмотрено геологической службой шахты при проектировании и составлении задания на работы эксплуатационной разведки и технического бурения, а также при согласовании проекта работ по доразведке поля шахты.

Проект работ по исследованию горных пород на механические свойства включается в качестве раздела плана работ геологической службы шахты на планируемый период.

3.4. Областью применения настоящих требований устанавливается геологическая служба угольных шахт и организации, привлекаемые геологической службой к выполнению работ по определению механических свойств горных пород.

Работы по определению механических свойств горных пород при эксплуатации угольных шахт должны предусматривать:

— установление мест отбора проб (выполняется геологической службой или по согласованию с ней);

— отбор проб, пригодных для определения показателей механических свойств пород путем испытаний (выполняется геологической службой шахты или по ее заданию, а на объектах производимой на шахте доразведки — выполняющей ее организацией);

— проведение механических испытаний пород и определение показателей их свойств (выполняется геологической службой шахты или по ее заданию и под ее контролем с привлечением специализированной организации — территориального предприятия Союзуглегеологии, бассейнового НИИ, территориальной разведочной организации Министерства геологии и др.);

— документирование результатов определений механических свойств пород и их сосредоточение (выполняется геологической службой шахты);

— обобщение и использование результатов определения механических свойств пород (выполняется соответствующими службами шахты с участием геологической и с привлечением, при необходимости, отраслевого НИИ).

3,5. Показатели механических свойств горных пород, наряду с данными о трещиноватости, являются одним из основных сведений, необходимых службам шахты при:

— планировании и проектировании элементов системы разработки по подготовляемым участкам с учетом управления горным давлением и сдвижения пород (установление длин лав, пролетов камер, шагов посадки, размеров целиков различного назначения, наличия и размеров оставляемой подкровельной пачки угля, параметров отработки сближенных пластов, выбор типа и параметров крепления очистных выработок);

— проектировании, с учетом имеющейся устойчивости пород, вновь проходимых капитальных и подготовительных выработок (выбор мест расположения и способов поддержания выработок, типа и параметров крепи);

— проектировании высокоэффективных способов ведения горных работ (выбор типа применяемых добычных и проходческих механизмов, их технических параметров и режима работы);

— корректировке существующих систем разработки и способов ведения горных работ в связи с изменением геологических условий на эксплуатирующихся участках;

— прогнозировании степени опасности ведения горных работ в отношении динамических явлений (горные удары, внезапные выбросы угля и газа, прорывы глин) и пучения почвы на больших глубинах разработки и в других сложных горногеологических условиях;

— разработке мероприятий по безопасному ведению горных работ в условиях наличия опасности динамических явлений;

— установлении и изучении причин имевшихся динамических явлений;

— установлении норм выработки и расценок на ведение горных работ, а также при нормировании расхода материалов и инструмента на выполнение горных работ.

Места исследования горных пород на механические свойства в эксплуатирующихся угольных шахтах

3.6. В эксплуатирующихся угольных шахтах исследование горных пород на механические свойства должно проводиться:

— во всех капитальных и подготовительных выработках;

— применительно к очистным выработкам каждого добычного участка;

— в скважинах и выработках эксплуатационной разведки, в том числе по всем опережающим скважинам в направлении проходки шахтных стволов, основных капитальных и подготовительных выработок;

— по скважинам выполняемого на шахте технического бурения;

— применительно к задачам проводимого изучения причин и прогнозирования аварийных проявлений внезапных выбросов угля и газа, горных ударов и других динамических явлений, сопровождающихся разрушением массива горных пород.

Места отбора проб пород должны быть представительными в отношении требований к подлежащим исследованию на механические свойства участкам выработок и интервалам по скважинам, а также в отношении литотипа опробуемой породы и ее состояния, должны иметь геологические описания, в том числе результаты тщательного замера параметров трещиноватости и контактов между слоями и должны быть привязаны к маркшейдерской сети.

Опробование пород не производится, если в геологических материалах есть сведения о показателях механических свойств по установленным местам исследования. Исключением является исследование пород в связи с изучением причин аварийных динамических явлений, проводимое независимо от наличия сведений в имеющихся материалах.

3.7. По каждому имеющемуся или проходимому шахтному стволу, шурфу, квершлагу исследованию на механические свойства подлежат обнажаемые слои и прослои пород и пласты угля по всей длине (глубине) выработки. При этом:

а. Опробуется каждый из литологически различающихся от смежных пласт угля, прослой и слой породы мощностью не менее 1 м (для указанных слоев и пластов мощностью более 5 м опробоваться должны каждые полные и неполные 5 м мощности слоя, пласта). При достаточной изученности по имеющимся у геологической службы шахты материалам механических свойств литотипов пород шахты и наличии петрографических сведений по определению литотипа пород и угля в указанных слоях, прослоях и пластах допускается определение механических свойств этих слоев, прослоев и пластов ограничить двумя—тремя контрольными пробами характерных представителей литотипов на каждый 100 м проходки выработки.

б. Из числа слоев, прослоев и пластов мощностью менее 1 м опробуются характерные представители имеющихся в разрезе литотипов пород, углей.

При ведении по стволу, шурфу, квершлагу проходческих работ отбор проб выполняется из забоя выработки или из ее стенок в удалении от забоя не более, чем на 10 м до закрепления выработки сплошной постоянной крепью. Для остановленных забоев обязательно опробование слоев пород в забое.

В геологических описаниях мест отбора проб в стволах, шурфах, квершлагах особо подробно выполняют замеры параметров трещиноватости и мест межслоевых контактов в интервалах для:

— каждого пересекаемого выработкой рабочего угольного пласта от 5—10-кратной его мощности (но не более 30 м) выше пласта до 5—10 м ниже пласта;

— каждого пересекаемого выработкой нерабочего угольного пласта от 5—10 м выше пласта до 5—10 м ниже пласта;

— каждого пересекаемого выработкой геологического нарушения от 5—10 м со стороны его висячего крыла до 5—10 м со стороны лежачего крыла.

Объем работ по изучению механических свойств в проходимых шахтных стволах, шурфах, квершлагах может быть сокращен при условии представительного опробования предусмотренных интервалов скважинами эксплуатационной разведки. В этом случае изучение пород в выработках ограничивается контрольными опробованиями отдельных слоев, пластов.

3.8. По каждой капитальной или подготовительной выработке, пройденной или находящейся в проходке в направлении напластования пород или угля, исследованию на механические свойства подлежат все непосредственно обнаженные выработкой литологически различающиеся от смежных слои и прослои пород и пачки угля, мощностью свыше 0,1 м, а для слоев мощностью менее 0,1 м опробование производится при наличии технической возможности. При этом:

а. Отбор проб пород, угля производится в типичном по геологическому строению месте по длине выработки. Для выработок, находящихся в проходке, предпочтительно осуществлять отбор проб в забое выработки или из стенок в удалении от забоя не более, чем на 10 м. Остановленные забои выработок также подлежат опробованию вскрытых пород на механические свойства.

б. При протяженности выработки свыше 300—500 м и выдержанном геологическом строении опробование на механические свойства вскрываемых выработкой пород повторяется с интервалом по длине выработки не более 300—500 м. При невыдержанности геологического разреза вдоль выработки опробованию пород на механические свойства подлежит каждый геологически однотипный участок выработки.

в. С приближением проходки к зонам, опасным по динамическим явлениям (места геологических нарушений, области повышенного горного давления), вышеуказанный интервал должен быть согласован со службой шахты, ответственной за мероприятия по прогнозу и борьбе с динамическими явлениями.

Объем работ по изучению механических свойств пород в капитальных и подготовительных выработках, пройденных или находящихся в проходке в направлении напластования пород, угля, может быть частично сокращен, если по данной выработке выполнено представительное опробование предусмотренных мест скважинами эксплуатационной разведки или при наличии у геологической службы шахты надежных сведений о связи механических свойств пород с их петрографическими показателями и использовании результатов выполненного петрографического анализа для определения механических свойств. В этих случаях исследование пород

на механические свойства ограничивается контрольными опробованиями характерных представителей литотипов.

Опробование пород на механические свойства в капитальной или подготовительной выработке, пройденной или находящейся в проходке в направлении напластования пород, угля может не проводиться при условии наличия у геологической службы шахты предусмотренных настоящим пунктом данных опробования по подготовительной или капитальной выработке, аналогичной по условиям залегания, и расположенной не более, чем в 100 м от изучаемой выработки, а также если опробование, предусмотренное настоящим пунктом, выполнено в составе работ, предусмотренных в п. 3.9 настоящих Требований.

3.9. В каждой очистной выработке (лаве, камере) контрольному опробованию на механические свойства подлежат непосредственно обнажаемые выработкой слои пород, угля кровли и почвы выработки и все вынимаемые пачки угля и прослои пород. Отбор проб осуществляется в выработке не реже, чем через каждые 200 м продвижения очистного забоя с отставанием места опробования от забоя в пределах шага посадки кровли, но не более, чем на 5—10 м. При обнаружении существенных изменений в литологии и мощности угольных пластов и породных слоев указанный интервал сокращается до 25—50 м.

При длине очистного забоя свыше 100 м и при установлении геологической неоднородности разреза вдоль линии очистного забоя, пробы отбираются по обоим краям очистного забоя, а при необходимости и в средней по длине (за исключением очистных забоев с безлюдной выемкой) его части.

Объем работ по опробованию пород в очистных выработках может быть сокращен за счет исключения мест изучения, предусмотренных п. 3.8 настоящих Требований.

В целях прогнозирования возможных геологических нарушений впереди очистного забоя должны использоваться имеющиеся или проходимые в направлении его движения опережающие нарезные выработки, в которых с опережением очистного забоя не менее чем на 10—20 м, должны изучаться по стенкам выработок параметры трещиноватости пород, угля. При обнаружении изменения характера пород, угля должна отбираться проба на механические испытания.

3.10. Применительно к каждой очистной выработке со специальными способами управления кровлей, использующими скважины технического бурения (скважины опережающего гидрорыхления и гидроразрыва пород кровли, передового торпедирования и др.), часть этих скважин должна быть использована для геологического описания пород непосредственной кровли очистной выработки общей мощностью до 10 м и для отбора проб для механических испытаний. С этой целью при составлении проекта бурения технических скважин геологической службой шахты должно быть внесено предложение, а организацией, составляющей

проект бурения предусмотрено бурение части этих скважин с отбором керна и описанием пород по керну.

В числе намеченных скважин технического бурения для целей отбора керна и геологических описаний предусматриваются скважины с интервалом их размещения по профилю в направлении движения очистного забоя не более 300—400 м, а при невыдержанном залегании пород — с интервалом не более 100 м. Диаметр этих скважин должен быть не менее 46 мм; отбор керна производится по длине скважины, по всему интервалу, соответствующему породам непосредственной кровли очистной выработки от обнажения и на общую мощность до 10 м. Отбираемый керн должен быть ориентирован относительно направления скважины (устье—забой). Азимут падения пород устанавливается по имеющимся геологическим сведениям. Описание керна включает особо тщательную регистрацию параметров трещиноватости пород и контактов литологически-различающихся слоев. В качестве проб для определения механических свойств пород отбираются куски керна по каждому из литологически различающихся от смежных слоев мощностью не менее 0,1 м.

3.11. При проведении на шахте эксплуатационной разведки, в состав технического задания на разведочные работы рекомендуется включать бурение из подземных выработок специальных скважин с отбором керна, описанием пород по керну и использованием керна для исследования пород, угля на механические свойства, а именно:

— опережающих скважин по направлениям всех намечаемых к проходке квершлагов по всей их длине;

— опережающих начало очистных работ по каждому нарезаемому блоку скважин из пластовых подготовительных выработок, буримых в направлении нормали к напластованию на 10 м по породам кровли и на 5 м по породам почвы подготовляемого к выемке угольного пласта, всего по 2—4 скважины на квадратный километр площади нарезаемого блока.

Бурение указанных опережающих проходку скважин по направлениям намечаемых квершлагов может не предусматриваться при условии имеющейся достаточно надежной геологической изученности в выработках или скважинах, удаленных от намечаемой проходки на расстояние, позволяющее геологической службе шахты использовать аналогию геологических условий, но не более чем на 500 м.

Применительно к бурению специальных разведочных скважин в составе мероприятий по прогнозу и предупреждению вредных последствий динамических явлений (внезапные выбросы угля и газа, горные удары) предусматриваются предложения службы шахты, ответственной за эти мероприятия, о бурении всех или части этих скважин с отбором керна, описанием пород по керну и использованием керна для выполнения механических испытаний.

3.12. При проведении на шахте эксплуатационной разведки с бурением с поверхности или из подземных выработок разведочных скважин, как правило, по каждой скважине всего разведуемого интервала ее длины (глубины), наряду с предусмотренными геологическими исследованиями, должны быть отобраны пробы для механических испытаний. С этой целью минимальный диаметр буримых с поверхности скважин должен быть не менее 60 мм, а буримых из подземных выработок — не менее 46 мм, конструкция скважин, технология и режим их бурения должны обеспечивать максимально возможный, но не меньший, чем при детальной разведке, выход керна в местах, подлежащих исследованию пород на механические свойства и максимально возможное сохранение представительности отбираемых пород в отношении их естественных свойств (структурная целостность и влажность).

Устья скважин эксплуатационной разведки и их направление привязываются к опорной маркшейдерской сети, а замеры искривлений производятся до их забоя. Привязка мест отбора керна и геологические описания пород производятся по длине скважин от их устья. Керн, отбираемый в качестве проб для механических испытаний, необходимо ориентировать относительно направления скважин (устье—забой). Азимут падения пород устанавливают по имеющимся геологическим сведениям.

Опробованию на механические свойства подлежат следующие интервалы по скважине:

а) каждый пересекаемый скважиной рабочий угольный пласт и непосредственно вмещающие его породы от 5—10-кратной мощности пласта со стороны породных слоев кровли (но не более 30 м) до 5—10 м со стороны породных слоев почвы. В этих интервалах опробуется каждый из литологически различающихся от смежных пласт угля, прослой и слой породы, мощностью не менее 0,1 м (для пластов, слоев мощностью более 1 м опробуют каждый полный и неполный метр мощности);

б) представители литотипов пород, угля для всей остальной части интервала бурения скважин и особенно слои слабых пород, которые могут оказать существенное влияние на условия отработки пластов и проведение и поддержание подготовительных выработок. При необходимости специального изучения этих пород должны использоваться скважины, пробуренные непосредственно из подземных выработок.

Место отбора пробы в каждом изучаемом слое, пласте должно быть представительным в отношении литотипа и состояния породы, угля в этом слое, пласте.

Для всех пластов, слоев и прослоев, в том числе мощностью менее 0,1 м, тщательно регистрируют мощность, расположение и дают краткое макроскопическое петрографическое описание с указанием параметров трещиноватости (число систем, ориентировка, густота и характер трещин).

При установленной для местных условий возможности определения механических свойств пород, угля по результатам каротажа, отбор проб и проведение механических испытаний по скважине могут быть, по согласованию с геологической службой шахты, заменены выполнением каротажа и определением по его результатам механических свойств по слоям и пластам, указанным в настоящем пункте. В этом случае отбор проб на механические испытания должен быть выполнен только для проведения контрольных испытаний 2—3 характерных представителей литотипов на каждые 100 м длины скважины.

3.13. Применительно к местам возникновения горных ударов, внезапных выбросов угля и газа и других динамических явлений, для исследования горногеологических условий и причин этих явлений выполняются описания характерных участков массива горных пород и отбор проб для механических испытаний. Места, подлежащие описанию и опробованию пород на механические свойства, устанавливаются службами шахты, ответственными за расследование причин возникшего динамического явления и предложения по устранению его вредных последствий. Эти места выбираются с учетом характера динамического явления, срочности расследования и наличных средств и возможностей проведения опробования.

Пробы пород и угля для механических испытаний

3.14. С каждого места опробования горных пород на механические свойства отбирается проба породы, угля, петрографические характеристики, строение и состояние которой должны быть максимально представительными для массива в опробуемом месте, а размеры и количество достаточными для выполнения необходимых механических испытаний и определения требуемых показателей.

Проба отбирается из определяемой геологом типичной по сложению, составу, влажности и механическому состоянию части слоя, пласта, подлежащего опробованию. По месту опробования должны быть установлены показатели природной макротрещиноватости опробуемой породы: число систем трещин, их ориентировка, густота и характер (прерывистость, шероховатость, цемент).

В качестве проб пород, отбираемых для механических испытаний из обнажений горных выработок (согласно пп. 3.7—3.9 настоящих Требований) используют получающиеся при отбойке или специально отделяемые от массива монолиты — куски опробуемых пород с сохранившейся, по данным визуального осмотра, естественной механической целостностью, для чего отбираться они должны в пределах опробуемого слоя в местах, по возможности удаленных от очагов взрывания. От монолитов должны быть отделены осторожным обкалыванием следы дробления взрывом. Отдельные монолиты—куски, отбираемые в качестве проб на механические испытания, — должны, как правило, иметь (после удаления следов дробления) габаритные размеры (в направлении длины, ширины

и высоты) не менее $80 \times 80 \times 80$ мм. По особому требованию организации, выполняющей механические испытания пород, в связи с применяемой ею методикой испытаний (согласно п. 3.20 настоящих Требований), минимальные габаритные размеры отбираемых монолитов могут быть увеличены до $200 \times 200 \times 150$ мм.

В качестве проб для испытания механических свойств при колонковом бурении скважин (указанных в пп. 3.10—3.12 настоящих Требований) используются куски керна диаметром не менее 30 мм и длиной не менее 100 мм, не считая скосов у торцов. По особому требованию организации, выполняющей механические испытания пород, в связи с применяемой ею методикой испытаний (согласно п. 3.20 настоящих Требований), минимальные размеры отбираемых в качестве проб кусков керна могут быть увеличены до 42 мм в диаметре и 150 мм по длине, не считая скосов у торцов.

При выходе бурового керна опробуемых слабых трещиноватых и мелкослоистых пород и угля в виде маломерных обломков, а также в случаях измельчения монолитов указанных пород и угля в процессе их отбора, допускается уменьшение размеров кусков образующих пробу до минимальных размеров $20 \times 20 \times 10$ мм, причем проведение испытаний предусматривается соответствующими методами пониженной надежности, а определение связности породы по структурным контактам (трещины, расслоения) не производится.

При полной невозможности получения отбираемых проб угля или слабой породы как из скважины, так и из проходки, вызванной измельчением ее до размеров менее указанных, механические испытания не производятся, а механические свойства угля, породы оцениваются по результатам анализа мелочи с визуальной приближенной оценкой крепости и точной регистрацией места залегания указанной породы. В этих случаях, при наличии изученной для данного геологического района корреляции петрографических признаков пород и их механических свойств, для суждения о последних должны использоваться данные петрографического изучения пород и указанные корреляционные зависимости.

3.15. Количество кусков керна или монолитов, составляющее пробу породы для механических испытаний, назначается в зависимости от предусмотренных видов испытаний, применяемых методов испытаний и фактических размеров кусков, составляющих пробу (табл. 3.1).

Порода во всех кусках пробы должна быть (в пределах представительности пробы) одинакова по составу, сложению и состоянию. Пробы характерных по геологическому разрезу или интервалу представителей литотипов пород и угля (отбираемые согласно пп. 3.7,-6 и 3.12 настоящих Требований) допускается составлять из кусков, отобранных из различных, но литологически сходных слоев, прослоев, пластов.

3.16. Технология отбора, транспортировки и хранения проб должна в максимальной мере обеспечивать сохранение их естествен-

Таблица 3.I

Необходимое количество породы, составляющее пробы для проведения механических испытаний

Места отбора проб	Для основных рекомендуемых методов испытаний				Для прочих допускаемых методов испытаний				
	монолиты 80х80х80 мм, шт.	монолиты 200х200х150 мм, шт.	керн диам. 30х100 мм, шт.	керн диам. 42х150 мм, шт.	монолиты 200х200х150 мм, шт.	монолиты 80х80х80 мм, шт.	керн диам. 30х100 мм, шт.	керн диам. 42х150 мм, шт.	мелочь 20х20х10 мм, шт
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Капитальные и подготовительные выработки в направлении напластования пород, угля (согл. п. 3.8)	I0	I	I0-I4	6	2-4	I5-40	8-I4	I0-I6	I
Стволы, шурфы, квершлаги (согл. п. 3.7)	II	I	II-I5	7	2-4	I5-40	9-I5	9-I7	I
Очистные выработки (согл. п. 3.9), скважины технического бурения (согл. п. 3.I0), скважины эксплуатационной разведки (согл. п. 3.I2)	7	I	7-I0	4	2-3	I0-30	5-I0	5-II	I
Применительно к местам возникновения горных ударов, внезапных выбросов угля и газа и других динамических явлений (согл. п. 3.I3)	2	I	2-3	I	I	4-I0	2-3	2-4	I

ПРИМЕЧАНИЕ: I. При отборе кусков керна и монолитов размерами, превышающими минимальные, установленные п. 3.I4, необходимое их количество уменьшается.

2. Указанные в таблице количества кусков керна, монолитов и мелочи даны без учета сокращения объемов испытаний и их состава согласно пп. 3.6 и 3.I9.

ной целостности и влажности. Пробы в выработках отбираются из свежей проходки или с предварительной зачисткой мест отделения пробы от массива, а пробы из скважины отбираются немедленно в процессе бурения. Отбираемые породные куски предохраняют от ударов, падения, атмосферных и температурных влияний. В необходимых случаях производят защитную консервацию породных кусков (парафинирование или упаковка в полиэтиленовые мешочки), специальное затаривание в ящики с досыпкой смягчающим

толчки материалом, а также, при необходимости контрольные определения влажности пробы: при ее отборе (естественная влажность) и при проведении механических испытаний. Для монолитных пород с кремнистым цементом консервацию можно не производить.

При организации испытаний механических свойств пород в состоянии естественной влажности ускоренным методом с интервалом времени между отборкой проб и проведением испытаний не более суток, контрольные определения влажности могут не производиться.

3.17. Каждой пробе присваивается порядковый номер и проба снабжается краткой первичной документацией (этикеткой), позволяющей установить этот номер, время и фактическое место ее отбора и ориентировку ее залегания в массиве, а также замечания о степени фактической представительности породы (по данным визуального изучения места отбора). В документации также отражают сведения о местах контактов опробуемого слоя со смежными (по скважинам, желательно с использованием каротажа). Все эти сведения должны совпадать с данными предусмотренных п. 3.6 настоящих Требований геологических описаний пород по выработкам, скважинам, включая сведения об имеющейся трещиноватости пород.

Состав механических испытаний горных пород, выполняемых при эксплуатации угольных шахт

3.18. По местам исследования пород на механические свойства должны быть выполнены определения следующих показателей (см. также табл. 3.2):

а. Предела прочности при сжатии (коэффициент крепости) в направлении нормали к напластованию* в состоянии естественной влажности (водонасыщенном)** для всех мест изучения пород в имеющихся или находящихся в проходке капитальных, подготовительных и очистных выработках (согласно пп. 3.7—3.9 и 3.13) и в скважинах технического бурения и эксплуатационной разведки (согласно пп. 3.10—3.12 настоящих Требований).

б. Пределов прочности при растяжении в направлении напластования и нормали к напластованию в состоянии естественной влажности (водонасыщенном) для всех мест изучения пород в имею- технического бурения и в скважинах эксплуатационной разведки,

---

* См. сноску к п. 2.30.

** При наличии для геологического района поля шахты надежно (с коэффициентом корреляции не ниже 0,8—0,9) изученной зависимости механических свойств пород от их влажности, испытание может проводиться при иной степени увлажнения, например, в воздушно-сухом состоянии, с использованием указанных сведений и корреляционных зависимостей для определения требуемого показателя.

Таблица 3.2

Состав испытаний по местам исследования пород на механические свойства

Места опробования	Определяемые показатели				
	пределы прочности		Модуль упругости	Показатели пластичности	Описание структурных контактов и хар-ка связности
	при одноосном сжатии	при растяжении			
I	2	3	4	5	6
Имеющиеся или проходимые стволы, шурфы, квершлаги, опроб. согл. п. 3.7	+	+	+	+	+
Имеющиеся или проходимые в направлении напластования капитальные выработки и подготовительные выработки, опроб. согл. п. 3.8	+	+		+	+
Очистные выработки: камеры, лавы, опроб. согл. п. 3.9 . .	+	+			+
Скважины технического бурения, проходимые в целях управления кровлей в очистных выработках, опроб. согл. п. 3.10	+	+			+
Опережающие скважины эксплуатационной разведки, опроб. согл. п. 3.11	+		+	+	+
Прочие проходимые скважины эксплуатационной разведки, опроб. согл. п. 3.12	+	+			+
Применительно к местам возникновения динамических явлений в угольном и породном массиве, опроб. согл. п. 3.13	+	+			

кроме опережающих (согласно пп. 3.10 и 3.12 настоящих Требований).

в. Модуля упругости для всех мест изучения пород в находящихся в проходке шахтных стволах и главных квершлагах (согласно п. 3.7) и в опережающих скважинах эксплуатационной разведки (согласно п. 3.11 настоящих Требований).

г. Показателей пластичности для всех мест изучения пород в имеющихся или находящихся в проходке капитальных и подготовительных выработках (согласно пп. 3.7 и 3.8) и в опережающих скважинах эксплуатационной разведки (согласно п. 3.11 настоящих Требований).

д. Характеристик связности пород по поверхностям структурных контактов (межслоевых и трещин) с их описанием для всех мест изучения пород в имеющихся и находящихся в проходке

капитальных, подготовительных о очистных выработках (согласно пп. 3.7—3.9) и скважинах технического бурения и эксплуатационной разведки (согласно пп. 3.10—3.12 настоящих Требований).

3.19. Перечисленный в п. 3.18 настоящих Требований состав механических испытаний горных пород в общем комплексе работ по геологическому изучению поля эксплуатирующейся шахты может быть сокращен при:

— наличии для геологического района поля шахты надежно (с коэффициентом корреляции не ниже 0,8—0,9) изученной корреляционной связи механических свойств основных литотипов пород и углей с их петрографическими признаками и наличии для пород и углей, подлежащих исследованию на механические свойства, детальных петрографических сведений. В этом случае показатели механических свойств пород, угля определяют с использованием этих сведений и корреляционных зависимостей, с проведением лишь контрольных испытаний отдельных литотипов пород;

— полной невозможности отбора пробы породы, угля из-за измельчения ее до размеров, не удовлетворяющих условиям п. 3.14 настоящих Требований. В этом случае для оценки механических свойств используют результаты макроскопического (визуальная приближенная оценка крепости) и микроскопического петрографического изучения исследуемой породы, угля.

Методы механических испытаний горных пород, выполняемых при эксплуатации угольных шахт

3.20. Определение показателей механических свойств горных пород при эксплуатации угольных шахт должно выполняться проведением механических испытаний образцов, изготовленных из породных проб (за исключением случаев сокращения состава испытаний, предусмотренного п. 3.19, а также случаев сокращения объемов испытаний, предусмотренного пп. 3.7 и 3.8 настоящих Требований).

Применяемые методы механических испытаний должны учитывать нормативные положения действующих стандартов и выбираться в зависимости от предусмотренного вида испытаний (п. 3.18 настоящих Требований), их надежности* и от характера горной породы, обусловливающего доступную для отбора крупность кусков ее пробы и возможность изготовления из них образцов.

В целях унификации методов механических испытаний и применительно к условиям их нетрудоемкого выполнения непосредственно геологической службой шахты предусматривается применение основного метода упрощенных испытаний с применением минимума простейшей портативной аппаратуры с использованием в качестве породных образцов небольших кусков произвольной (в том числе неправильной) формы

* См. сноску к п. 1.21.

По инициативе организаций, привлекаемых для проведения механических испытаний пород при эксплуатации угольных шахт, допускается применение для испытаний иных апробированных методов из числа предусмотренных пп. 3.22—3.26 настоящих Требований.

3.21. Надежность методов механических испытаний горных пород, выполняемых при эксплуатации угольных шахт, как правило, должна быть не ниже, чем соответствующая уровню упрощенных методов испытаний.

Грубые методы испытаний механических свойств пород допускаются для определений предела прочности при сжатии углей и пород, не поддающихся выемке проб кусками, пригодными для испытаний нормальными и упрощенными методами и отбираемых в виде мелочи размером не более $20 \times 20 \times 10$ мм, а также при определениях модуля упругости, показателей пластичности и характеристики связности по поверхностям структурных контактов.

Грубые оценки допускаются также при полной невозможности получения породных проб в виде кусков, предусмотренных п. 3.13 настоящих Требований, вызванной их измельчением во время отбора проб, и при визуальной оценке крепости пород по результатам макроскопического и микроскопического петрографического изучения.

3.22. Определение предела прочности породы, угля при сжатии (коэффициента крепости) должно осуществляться одним из следующих методов*:

а) Основной (упрощенный) метод испытаний — раскалывание встречными сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы, с использованием корреляции показателей прочности.

б) Допускаемые методы с уровнем надежности, соответствующим нормальным методам:

— одноосное сжатие цилиндрических породных образцов с шлифованными торцами между плоскими плитами испытательной машины;

— одноосное сжатие цилиндрических породных образцов между рифлеными плитами испытательной машины;

— сжатие породных дисков плоскими соосными пуансонами.

в) Допускаемый метод с уровнем надежности, соответствующим упрощенным испытаниям — одноосное сжатие между плоскими плитами испытательной машины породных образцов полуправильной или кубообразной формы с подшлифованными торцами.

г) Допускаемые методы с уровнем надежности, соответствующим грубым испытаниям:

— ударное измельчение в стальном стакане угольной, породной мелочи падающей гирей («метод толчения»);

---

* См. сноску к п. 1.24.

— уплотнение пуансоном в стальном стакане угольной, породной мелочи («метод ЦКТГУ»);

— использование корреляционных связей с показателями упругости, петрографическими и ультразвукового каротажа.

3.23. Определение пределов прочности породы, угля при растяжении в направлениях напластования либо нормали к напластованию должно осуществляться одним из следующих методов*:

а) Основной метод испытаний — раскалывание встречными сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы.

б) Допускаемый метод с уровнем надежности, соответствующим нормальным испытаниям — раскалывание цилиндрических породных образцов усилиями, распределенными по их образующим («бразильский» метод).

в) Допускаемые методы с уровнем надежности, соответствующим упрощенным испытаниям:

— раскалывание стальными клиньями плоских плитообразных породных образцов;

— поперечное раскалывание породных кернов стальными клиньями;

— разрыв с помощью плоских соосных пуансонов дискообразных породных образцов с отверстием.

3.24. Определение модуля упругости породы должно осуществляться одним из следующих методов*:

а) Основной (упрощенный) метод испытаний — упругое вдавливание встречных сферических инденторов в породные куски произвольной, в том числе неправильной формы.

б) Допускаемые методы испытаний:

— ультразвуковое прозвучивание цилиндрических породных образцов по методу продольного профилирования;

— ультразвуковое иммерсионное прозвучивание пластинчатых породных образцов.

3.25. Определение показателей пластичности (модулей пластичности и категорий пластичности и текучести) породы должно осуществляться* пластическим вдавливанием встречных сферических инденторов в породные куски произвольной, в том числе неправильной формы.

3.26. Описание структурной нарушенности и грубая оценка связности породы по поверхностям контакта слоев и трещинам должны осуществляться одним из следующих методов:

а) Описание трещиноватости и расслоенности породы включает следующие сведения: число и ориентировку систем трещин, их густоту, характер (сквозные, прерывистые), характеристику поверхности трещин (гладкая, шероховатая и т. п.), наличие и состав цемента. Оценку связности по поверхности контакта, трещины производят по результатам испытаний предела прочности при

---

* См. сноску к п. 1.24.

Таблица 3.3

Класс по связности	Визуальная характеристика поверхности	Механические характеристики		
		предел прочности при растяжении кгс/см^2	коэффициент сцепления, кгс/см^2	угол внутреннего трения, градусы
I	Зеркально-гладкая; пришлифованная или со следами скольжения; гладкая, ровная; шероховатая с примазками глинистых и чешуйчатых минералов; углистые прослойки в породе. . . .	до 0,5	до 1,5	9-18
2	Ровная шероховатая; зернистая с растительными остатками	0,5-2,5	I,5-I0	I8-25
3	Неровная, грубошероховатая со следами отрыва, с минеральным заполнением (кальцитом); с мелким растительным детритом	от 2,5 до 5% прочности в однородн. образце	от I0 до 50% сцепления в однородн. образце	25-3C

растяжении поверхности структурного ослабления (согласно п. 3.23 — в настоящих Требований).

б) Оценку степени связности по контакту, трещине производят по их внешнему виду, согласно табл. 3.3. Описание трещиноватости выполняют согласно «а».

3.27. В целях обеспечения требуемого уровня надежности испытаний при применении указанных в пп. 3.22—3.26 методов для определения каждого показателя предусматривают повторные испытания необходимого числа образцов изучаемой пробы:

— для уровня надежности нормальных испытаний 8—10 образцов;

— для уровня надежности упрощенных испытаний 4—5 образцов;

— для уровня надежности грубых испытаний 2—3 образца.

При применении методов испытаний, предусматривающих использование остатков испытанного образца для повторных испытаний вышеуказанное число образцов сокращается соответственно.

Уменьшение числа образцов или повторных испытаний по сравнению с вышеуказанным снижает надежность метода испытаний до уровня, соответствующего фактическому числу образцов (испытаний).

Показатели механических свойств пород, определяемые нормальными и упрощенными методами, содержат средние арифметические значения и коэффициенты вариации, вычисляемые по результатам повторных испытаний. В качестве значений показателей, определяемых грубыми методами, принимают результаты повторных испытаний, различающиеся между собой не более чем на 25—30%.

Результаты механических испытаний пород, угля по шахте

(наименование шахты и объединения)

Номер пробы	Название выработки, скважины	Место отбора пробы (глубина по скважине, расстояние по выработке, слой по разрезу и т. п.)	Наименование породы	Показатели механических свойств														Дата испытания и название организации, выполнявшей испытания	Примечание
				Предел прочности при сжатии		Предел прочности при растяжении				Модуль упругости, кгс/см^2	Коэффициент Пуассона	Модуль пластичности, кгс/см^2	Модуль длительной пластичности, кгс/см^2	Категория пластичности	Категория текучести	Связность по структурным контактам			
						перпендикулярно напластованию		вдоль напластования								Класс по связности	Прочность при растяжении, кгс/см^2		
				Среднее значение кгс/см^2	Коэффициент вариации, %	Среднее значение кгс/см^2	Коэффициент вариации, %	Среднее значение, кгс/см^2	Коэффициент вариации, %										

Документирование результатов механических испытаний горных пород

3.28. Результаты выполненных определений механических свойств горных пород включают в первичную (рабочую) и сводную геологическую документацию, предусмотренную «Инструкцией по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР».

3.29. Первичное (рабочее) документирование результатов механических испытаний пород, угля предусматривает составление:

— этикеток на каждую отобранную для механических испытаний пробу, составляемых непосредственно при отборе и содержащих порядковый номер пробы (по сквозной нумерации), детальные сведения о месте отбора пробы (наименование шахты, выработки, скважины, интервала отбора и опробуемого слоя, прослойка, пласта, привязку к геологическому разрезу и к маркшейдерской сети, описания и зарисовки места отбора с указанием маркирующих ориентиров), указание о количестве породных кусков, составляющих пробу, и о характере породной пробы (керны, монолиты, мелочь), дату отбора пробы и организацию, выполнившую отбор, сведения, характеризующие представительность пробы;

— журнала результатов механических испытаний пород, угля по шахте, составляемого по установленной форме, согласно табл. 3.4, для всех подвергнутых испытаниям проб в порядке их нумерации и пополняемого в порядке последующих испытаний. В журнале результатов испытаний предусматривается регистрация как собственно результатов испытания, так и сведения из этикеток на отобранные пробы.

Журнал результатов механических испытаний подлежит постоянному хранению (и пополнению) геологической службой шахты. Этикетки породных проб, после регистрации их содержания в журнале результатов механических испытаний, хранению не подлежат.

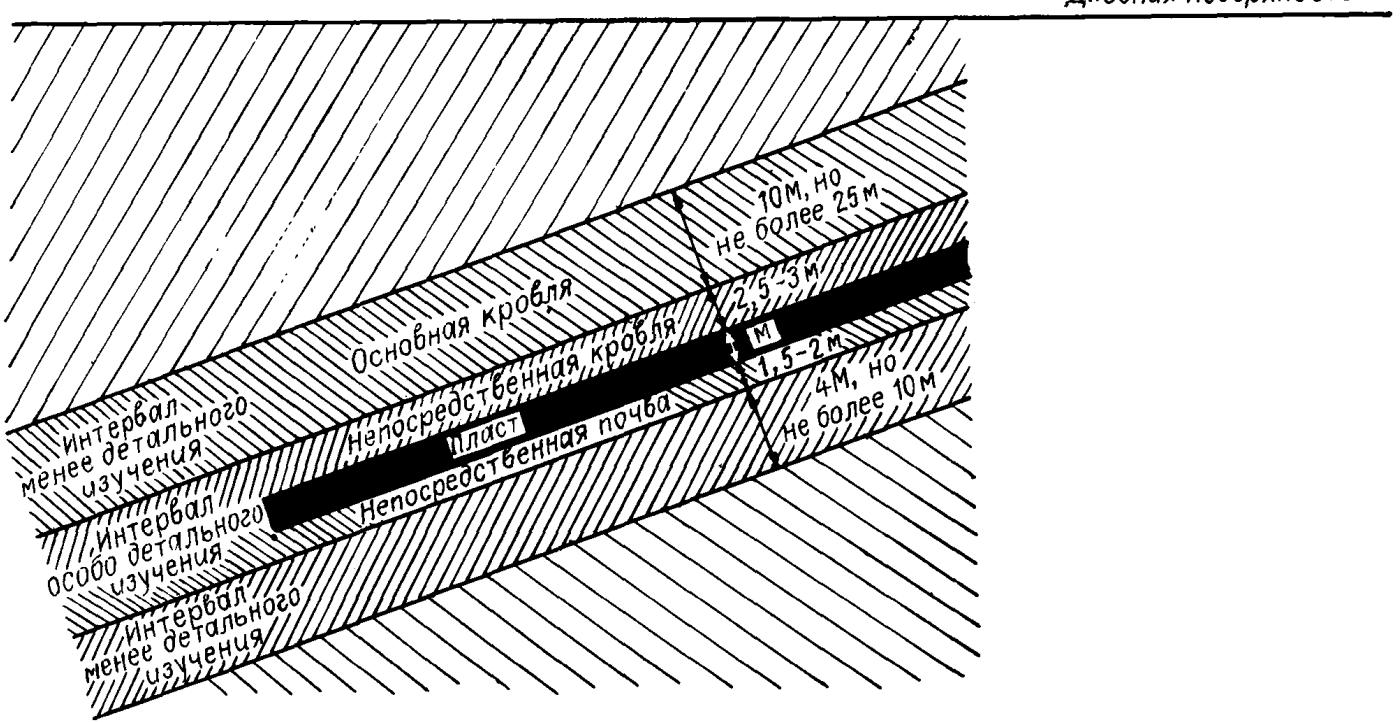
3.30. Результаты выполненных определений механических свойств горных пород должны быть внесены в вертикальные геологические разрезы, геологические рабочие планы по угольным пластам, погоризонтные планы, литолого-прочностные планы пород кровли и структурные колонки по скважинам эксплуатационной разведки и доразведки.

Результаты определений механических свойств пород фиксируются в перечисленной графической документации путем указания в местах опробования пород номеров отобранных проб.

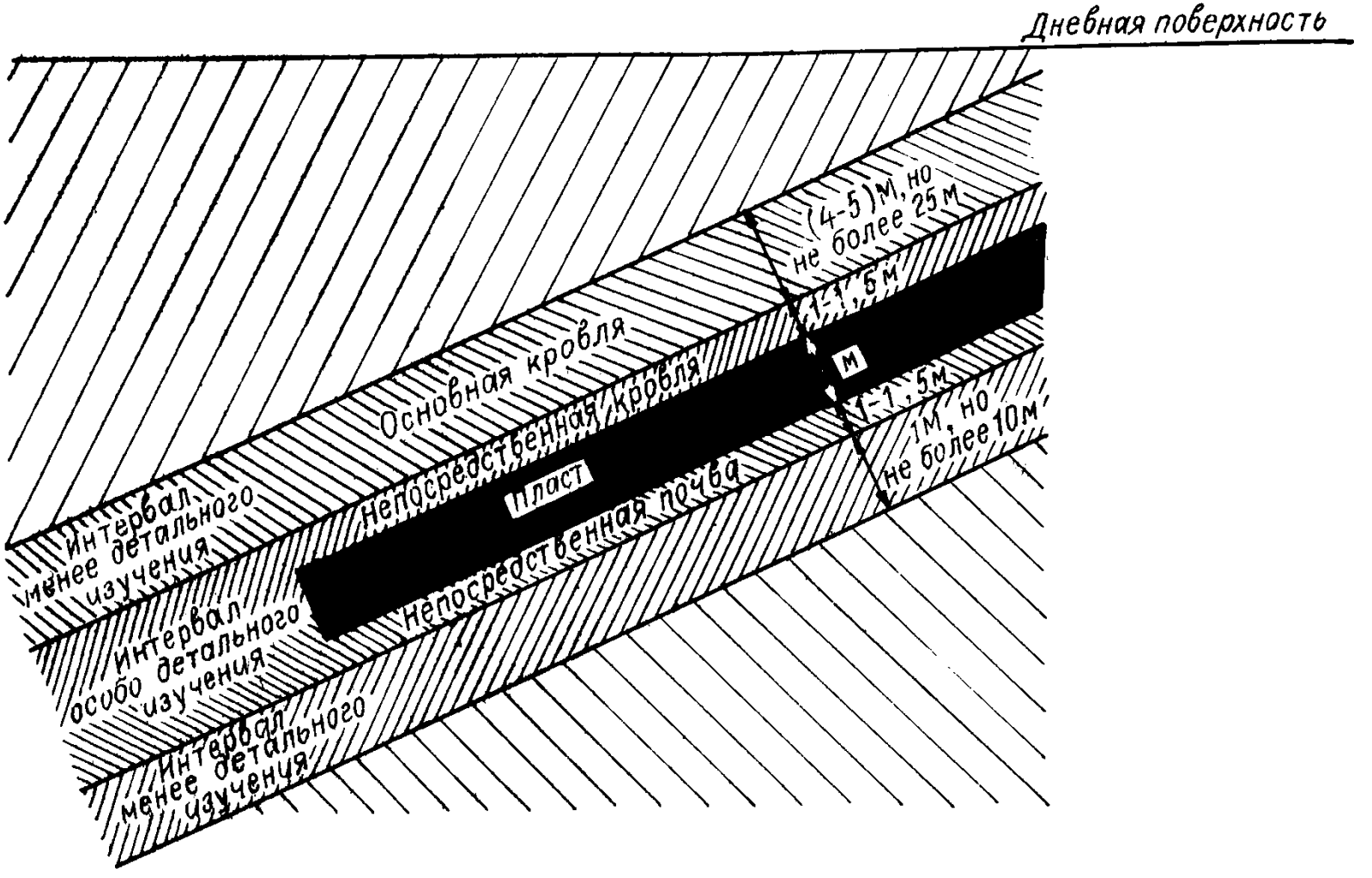
3.31. Геологическая документация, содержащая сведения о результатах механических испытаний горных пород (угля), используется службами шахты (комбината) в порядке, установленном §§ 92—95 «Инструкции по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерства угольной промышленности СССР».

Приложение 1

СХЕМЫ ИНТЕРВАЛОВ ОПРОБОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ РАЗВЕДКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



Интервалы изучения механических свойств пород при разведке месторождений средней мощности и тонких ($M<3{,}5$ м) пластов угля



Интервалы изучения механических свойств пород при разведке месторождений мощных (М≥3,5 м) пластов угля

Приложение 2

НОРМАТИВЫ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ИЗУЧЕНИИ ПОЛЕЙ ШАХТ МИНИСТЕРСТВА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ

1.1. Метод одноосного сжатия цилиндрических образцов с шлифованными торцами между плоскими плитами

Механизм испытания

Цилиндрический породный образец подвергают соосному сжатию между твердыми, плоско шлифованными давильными плитами нагрузочного устройства усилием, возрастающим до разрушения образца. Равномерность распределения по торцам образца нагружающего нормального давления обеспечивается точным прилеганием их плоской шлифованной поверхности к поверхности давильных плит нагрузочного приспособления, а также применением центрирующего нагрузку устройства со стальным шариком, соосным образцу. Разрушающее образец давление завышено по сравнению с его прочностью при одноосном сжатии вследствие упрочняющего влияния трения торцов образца о плиты, противодействующего свободе расширения приторцевых частей. Это завышение находится в прямой зависимости от отношения диаметра образца к его высоте и учитывается известными параметрами этой зависимости.

Образцы для испытаний

Форма образцов круглая цилиндрическая с плоскими шлифованными основаниями, перпендикулярными оси. Величина диаметра от 30 до 60 мм и, кроме того, не менее чем в 7 раз превышает среднюю величину элемента структуры породы (размер зерна); наибольшая разность диаметров поперечного сечения 1,5 мм. Отношение высоты образца к его диаметру от 0,6 до 2,2. Наибольшая разность длин образующих вследствие непараллельности торцов 1 мм. Стрелка кривизны поверхности торцов не более 0,05 мм, а их чистота не ниже 4 класса по ГОСТ 2789—51. Образцы должны иметь естественную влажность (водонасыщение). Для испытания породы требуется подвергнуть испытаниям 8—10 ее образцов.

Оборудование

Источник нагрузки — стационарная испытательная машина для вертикального сжатия нагрузками, регулируемыми с чувствительностью не ниже 3% и контролируемыми в пределах диапазонов, соответственно до 10 тс, 40 тс, 100 тс. Машина должна обеспечивать плавное регулирование скорости нагружения в пределах от 0,01 до 3 тс/с. Машина должна допускать резкие спады нагрузки при хрупком разрушении породных образцов без ущерба для результатов испытания и исправности машины.

Специальное нагрузочное приспособление для центрирования и распределения нагрузки состоит из стальных подкладной и накладной плит—дисков толщиной не менее 0,5 диаметра, каленых до твердости R_c=54—58, шлифованных по рабочей плоскости до класса ∇ 9. Накладка выполняется с центрирующей выточкой по диаметру образца (зазор 0,5—1 мм) и соосной с ней сферической лункой на обратной стороне накладки. Укладываемый в лунку центрирующий нагрузку стальной (стандартный) шарик должен иметь диаметр в пределах 0,4—0,6 диаметра образца.

Проведение испытания

Образец в сборе с нагрузочным приспособлением устанавливают в центральной части рабочей поверхности испытательной машины. Нагружение образца производят плавно с такой скоростью, чтобы его разрушение наступало по истечении 30—60 с от начала нагружения. Регистрируют показание (P, кгс) силоизмерительного устройства машины, отвечающее максимальной нагрузке, достигнутой при испытании.

Предел прочности при сжатии для образца вычисляют по формуле:

$$\sigma = \frac{K_1 P}{d^2}, \qquad (1)$$

где d — диаметр образца, см; K_1 — коэффициент, учитывающий форму образца и принимаемый по табл. п.1 в зависимости от отношения высоты образца к его диаметру.

Таблица п. 1

Отношение высоты образца к диаметру	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
Значение K_1	0,81	0,87	0,91	1,02	1,09	1,15	1,20	1,24	1,27	1,30

Среднее значение предела прочности породы при одноосном сжатии вычисляют по результатам испытания всех n образцов по формуле:

$$\sigma_c = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_{ci}}{n}. \qquad (2)$$

Коэффициент вариации прочности породы при сжатии вычисляют по формуле:

$$K_{вар} = \frac{100\%}{\sigma_c}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\sigma_c - \sigma_{ci})^2}{n-1}}. \qquad (3)$$

Область применения метода

По надежности метод относится к нормальным: рекоментуется к применению при разведке угольных месторождений и геолого-изыскательских работах при строительстве, реконструкции угольных шахт; допущен к применению на геологических работах при их эксплуатации.

1.2. Метод одноосного сжатия цилиндрических образцов между рифлеными плитами

Механизм испытания

Цилиндрический породный образец с грубо обработанными (отрезанными) торцами подвергают соосному сжатию между рифлеными наборно-шариковыми подкладками нагрузочного устройства возрастающим до разрушения образца усилием. Равномерность распределения нагружающего нормального давления по обоим торцам образца и устранение влияния их трения о нагрузочное устройство достигается тем, что нагрузка каждому из них сообщается равномерно распределенными по площади выступами рифлей или мелких стальных шариков, распределенных по рабочей площади нагрузочного приспособления. Резкососредоточенная нагрузка по контакту с образцом каждого выступа вызывает местное очаговое разрушение с образованием под выступом мелко раздробленной породной мучки, играющей роль мягкой подкладки, выравнивающей нагрузку и податливой в направлении поперечного расширения образца. Для снижения требований к геометрии торцевых поверхностей образца стальные шарики нагрузочного приспособления закрепляются в приспособлении на низкомодульном основании.

Образцы для испытаний

Форма образцов — круглая цилиндрическая с плоскими грубо обработанными (отрезанными) торцами, перпендикулярными оси. Величина диаметра в пределах от 30 до 100 мм и не менее чем в 7 раз превышающая среднюю величину элемента структуры породы. Наибольшая разность диаметров поперечного сечения 1,5 мм. Отношение высоты образца к его диаметру от 0,8 до 2,0. Отклонение плоскости торцов от перпендикулярности оси в пределах 1 мм. Величина отклонения поверхности торцов от плоской (общая кривизна и местные выступы) не более 0,2 мм. Для испытания породы требуется подвергнуть испытаниям 8—10 ее образцов с естественной влажностью (водонасыщением).

Оборудование

Источник нагрузки — испытательная машина для сжатия, аналогичная указанной в 1.1 настоящего приложения.

Специальное нагрузочное приспособление состоит из двух круглых стальных обойм (подкладной и накладной) с рифлеными вкладышами. Вкладыш состоит из уложенных в один слой вплотную на плоскую поверхность отвердевшей эпоксидной смолы стальных (стандартных) шариков диаметром 3 мм. Шарики закреплены дополнительной заливкой смолы и выступают над ее поверхностью на 1 мм. Верхняя обойма нагрузочного приспособления снабжена соосным образцу центрирующим нагрузку шариком диаметром 0,4—0,6 диаметра образца.

Проведение испытания

Образец в сборе с нагрузочным приспособлением устанавливают в центральной части рабочей поверхности испытательной машины. Режим нагружения образца и регистрация разрушающей нагрузки выполняются аналогично указанным в 1.1 настоящего приложения.

Предел прочности при сжатии для образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_c = 1{,}4\frac{P}{d^2}, \qquad (4)$$

Среднее значение предела прочности породы и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

Метод по надежности относится к нормальным; рекомендуется к применению при разведке угольных месторождений и геологоизыскательских работах при строительстве и реконструкции угольных шахт; допущен к применению на геологических работах при их эксплуатации.

1.3. Метод сжатия породных дисков соосными пуансонами

Механизм испытания

Плоский породный диск подвергают соосному сжатию между плоскими же торцами встречно направленных цилиндрических соосных пуансонов диаметром меньшим, чем у диска. Деформирование сжимаемой между пуансонами части образца осуществляется в условиях сопротивления свободному ее расширению со стороны остальной, охватывающей части образца. Поэтому разрушающее образец усилие в прямой мере определяется диаметром (площадью

давления) пуансона и в обратной — диаметром породного диска. Разрушение возникает в средней части образца (между пуансонами), после чего охватывающая часть образца разрывается действием распора разрушенных обломков средней части. При определении показателя прочности учитывается упрочняющее влияние охватывающей части образца.

Образцы для испытаний

Форма образцов круглая цилиндрическая, с плоскопараллельными шлифованными торцами — сторонами диска. Диаметр в пределах 30—100 мм при допустимой эллипсности и конусности боковой поверхности до 1,5 мм. Толщина диска — в пределах 11—12 мм. Требование к плоскости и параллельности плоских сторон диска — в пределах 0,03 мм; чистота их поверхности не ниже класса 9 по ГОСТ 2789—51. Для испытания пород требуется 8—10 ее образцов, причем они должны иметь естественную влажность (водонасыщение).

Для более грубых испытаний могут быть использованы также некруглые пластинки, например, косые срезы керна или плоские обломки, образовавшиеся после испытания на сжатие или растяжение данным методом. В связи с пониженной надежностью число таких образцов для испытания породы составляет 4—6 шт.

Оборудование

Источник нагрузки — стационарная или портативная испытательная машина для сжатия вертикальными нагрузками, регулируемыми с чувствительностью не ниже 3% и контролируемыми в пределах максимальной нагрузки 4000 кг. Машина должна обеспечивать плавное регулирование скорости нагружения в пределах от 10 до 1000 кг/с. Машина должна допускать резкие спады нагрузки при хрупком разрушении породных образцов без ущерба для результатов испытания и исправности машины.

Специальное нагрузочное приспособление — соосник, например типа БУ-11, представляет собой пару стальных каленых цилиндрических пуансонов (штампов) с плоскими шлифованными рабочими торцами диаметром 11,27 мм (площадь 1 $см^2$) и направляющее устройство, обеспечивающее их соосное встречное движение вдоль цилиндрических направляющих отверстий корпуса соосника. Точная параллельность рабочих поверхностей пуансонов достигается их совместной притиркой.

Проведение испытания

Образец устанавливают между пуансонами соосника на глаз, концентрично, с точностью порядка 1 мм, а соосник устанавливают в центральной части рабочей поверхности машины. Нагружение производят плавно с такой скоростью, чтобы разрушение образца

достигалось по истечении 30—60 с от начала нагружения. Регистрируется показание (P, кгс) силоизмерительного устройства машины, отвечающее максимальной нагрузке, достигнутой при испытании.

Предел прочности при сжатии для образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \qquad (5)$$

где A — расчетная площадь ($см^2$), определяемая по табл. п. 2 в зависимости от диаметра образца.

Таблица п. 2

Диаметр образца, мм	30	40	50	60	70	80	90	100
«А», $см^2$ . .	1,52	1,79	2,03	2,26	2,50	2,72	2,94	3,16

При применении в качестве образца некруглой пластинки пуансоны располагают примерно в центре окружности, вписанной в контур образца, а диаметр ее принимают в качестве диаметра образца.

Среднее значение предела прочности породы и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

Метод применим к породам с прочностью при одноосном сжатии в пределах 50—1200 $кгс/см^2$. По надежности он относится к нормальным (при использовании образцов некруглой формы — к упрощенным) и эффективен при малом количестве кернового материала в пробе; рекомендуется к применению при разведке угольных месторождений и геолого-изыскательских работах при строительстве и реконструкции угольных шахт; допущен к применению на геологических работах при их эксплуатации.

1.4. Метод раскалывания сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы

Механизм испытания

Породный образец сдавливают возрастающим до его раскола усилием двух встречно направленных сферических инденторов. Самоцентрирование инденторов при образовании лунок на нагружаемой поверхности образца обеспечивает стабильные контактные условия нагружения, даже при неправильной исходной форме этой поверхности. Под обеими лунками образуются сфероидальные зоны местного измельчения породы, распираемые давлением ин-

денторов и являющиеся источниками растяжения неразрушенного тела образца по сечениям, проходящим через ось нагружения. Раскол происходит по слабейшему из этих сечений. Результаты испытания позволяют с высокой степенью надежности определить прочность при растяжении, а с использованием известной корреляции показателей, судить и о прочности при сжатии.

Образцы для испытания

Форма образцов произвольная, в том числе неправильная — куски породы с габаритными размерами от 30 до 100 мм. На двух противоположных намечаемых местах давления инденторов должны быть или подготовляться обкалыванием (опиливанием) примерно параллельные нагрузочные лыски размером около 10×10 мм. Для испытания породы требуется 4—5 образцов, при достаточных размерах которых остатки после испытания могут использоваться для повторных испытаний.

Оборудование

Источник нагрузки вместе с нагрузочными стальными сферами (шариками диаметром 15 мм), ручным приводом и встроенным силоизмерительным динамометром типа ДОСМ-3—1 (по ГОСТ 9500—60) на нагрузки до 1000 кгс, скомпонованы в виде портативного пробника БУ-39 для комплексных механических испытаний пород в полевых и лабораторных условиях. При отсутствии пробника БУ-39 для испытаний пригодна стационарная испытательная машина для сжатия вертикальными нагрузками, регулируемыми с чувствительностью не ниже 3% и контролируемыми в пределах 1—2 тс. Машина должна обеспечивать плавное регулирование скорости в пределах от 10 до 1000 кгс/с. Машина должна допускать резкие спады нагрузки при хрупком разрушении породных образцов без ущерба для результатов выполненного испытания и исправности машины.

В стационарном варианте оборудования дополнительно к машине требуется нагрузочное приспособление типа соосника (например, БУ-11), обеспечивающее встречно направленное движение стальных сферических инденторов диаметром 15 мм.

Проведение испытания

Образец устанавливается в нагрузочном устройстве, касаясь нагрузочными лысками инденторов. Установку образца производят так, чтобы поверхность ожидаемого раскола была необходимым образом ориентирована относительно направлений залегания породы (по напластованию или по нормали к напластованию). Нагружение образца инденторами производят плавно с такой скоростью, чтобы его раскол происходил по истечении 30—60 с от начала нагружения. Раскалывание образца должно происходить по оси

нагружения, что достигается надлежащим выбором точек его сдавливания шариками. Регистрируют показание (P, кгс) силоизмерительного устройства, отвечающее максимальной нагрузке, достигнутой при испытании, а также площадь (F, см^2) поверхности раскола образца.

Предел прочности при сжатии для образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{ci} = \frac{K_2 P}{F}, \qquad (6)$$

где K_2 — коэффициент, равный 14,5 при $P:F \leqslant 67$ и 20,4 при $P:F > 67$.

Среднее значение предела прочности породы и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

По надежности метод относится к упрощенным, весьма нетрудоемок и при использовании портативного пробника доступен в полевых (шахтных) условиях; рекомендуется к применению в качестве основного на геологических работах при эксплуатации угольных шахт, их строительстве и реконструкции; допущен к применению при разведке угольных месторождений.

1.5. Метод одноосного сжатия между плоскими плитами образцов полуправильной или кубообразной формы с шлифованными торцами

Механизм испытания

Аналогичен описанному в 1.1 настоящего приложения, однако для ряда нормативов допущены отклонения по форме, размерам и способу подготовки образцов, что обусловило меньшую точность центрировки нагружающего давления и оценки рабочей площади сопротивления образца, а также заметное проявление масштабного эффекта его механической нарушенности подготовительными операциями.

Образцы для испытания

— Приближенно кубические, образующиеся после раскалывания клиньями плоских породных плит толщиной от 20 до 40 мм.

— Неправильной формы с двумя плоскими гранями — основаниями, подшлифованными до параллельности с допуском $\pm 0{,}5$ мм. Габаритные размеры образца не должны отличаться друг от друга более чем втрое, а по абсолютным размерам быть не менее 20 и не более 200 мм. Высота образца (расстояние между подшлифо-

ванными гранями) должна составлять от 0,6 до 2,2 его ширины (меньшего из габаритных размеров в плане). Площади подшлифованных граней не должны отличаться друг от друга более чем в 1,5 раза;

— цилиндрические образцы с диаметром, превышающим установленный нормативами метода 1.1.

Для испытания породы требуется 4—5 образцов, имеющих естественную влажность (водонасыщение).

Оборудование

Источник нагрузки аналогичен методу 1.1. Нагрузочное приспособление состоит из подкладной и накладной стальных шлифованных плит и сферической самоориентирующейся пяты.

Проведение испытания

До испытания обмеряют и регистрируют высоту образца (h, см) и средние значения габаритных размеров в плане ($a_{ср}$, см и $b_{ср}$, см); последние при неправильной форме образца оцениваются приближенно. После обмера образец в сборе с подкладной и накладной плитами устанавливают в центральной части рабочей поверхности испытательной машины; сферическую пяту устанавливают на накладной плите на глаз так, чтобы ее вертикальная ось проходила через центр тяжести верхнего основания образца. Нагружение образца и регистрацию разрушающего усилия выполняют аналогично описанным в методе 1.1.

Предел прочности при сжатии для образца вычисляют по формулам:

— для цилиндрических образцов

$$\sigma_{ci} = \frac{K_3 P}{d^2}, \qquad (7)$$

— для прочих образцов

$$\sigma_{ci} = \frac{K_4 P}{a_{ср}\ b_{ср}}, \qquad (8)$$

где K_3, K_4 — коэффициенты, учитывающие форму образца и принимаемые согласно табл. п. 3 в зависимости от отношения высоты образца к его наименьшему поперечному габаритному размеру.

Среднее значение предела прочности породы и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Таблица п. 3

Отношение высоты образца к диаметру, ширине . .	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
Значение K_3 . .	0,81	0,87	0,91	1,02	1,09	1,15	1,20	1,24	1,27	1,30
Значение K_4 . .	0,63	0,68	0,72	0,80	0,86	0,90	0,94	0,97	1,00	1,02

Область применения метода

По надежности метод относится к упрощенным; допущен к применению при разведке угольных месторождений, строительстве, реконструкции и эксплуатации угольных шахт; эффективен применительно к испытаниям слабых, трещиноватых и расслаивающихся пород и углей, трудно поддающихся операциям по вырезке образцов правильной формы.

1.6. Метод ударного измельчения (толчения) угольной, породной мелочи падающей гирей

Механизм испытания

Дозированную навеску угольного, породного щебня определенной крупности измельчают в стальном стакане установленным числом ударов падающей гири. О крепости (прочности) породы судят по энергии измельчения, оцениваемой изменением гранулометрического состава навески.

Образцы для испытаний

Щелочь угля, породы кусками неправильной формы, размером около $10 \times 10 \times 10$ мм, набранная в пять отдельных навесок по 40—80 г каждая.

Оборудование

Для толчения навески применяется стальной стакан внутренним диаметром 76 мм, высотой 680 мм. Падающая гиря диаметром 66 мм и весом 2,4 кг сбрасывается на мелочь, засыпанную в стакан, с высоты 0,6 м, для чего в стакане на указанной высоте имеется вынимаемый шплинт. Для подъема гири служит тросик.

Взвешивают навеску на технических весах, для отсева раздробленной породы используют сито с отверстиями 0,5 мм, а для измерения количества образовавшейся после толчения пыли — объемомер в виде цилиндрического стакана диаметром 23×160 мм.

Проведение испытания

Каждую из пяти навесок измельчают в стальном стакане в отдельности пятикратным сбрасыванием груза. Всю образовавшую-

ся от толчения пяти навесок пыль просеивают сквозь сито, засыпают в объемомер и измеряют высоту засыпки h, мм. Перед измерением уплотняют легким постукиванием объемомера по столу. Прочность при сжатии определяется по формуле:

$$\sigma_c = 1{,}03/h. \qquad (9)$$

Для определения прочности при сжатии породы испытание повторяют 2—3 раза, причем в качестве окончательных принимают значения повторных испытаний, различающихся между собой не более чем на 25—30%.

Область применения метода

По надежности метод относится к грфбым и допускается к применению при разведке угольных месторождений, строительстве, реконструкции и эксплуатации угольных шахт при технической невозможности проведения испытаний иными методами, например, применительно к слабым породам со значительной структурной нарушенностью, препятствующей отбору проб предусмотренными крупными кусками. При этом метод пригоден лишь для испытания невязких пород и углей. Поэтому испытания данным методом должны обязательно сопровождаться петрографическим изучением наличия вязких компонент.

1.7. Метод уплотнения угольной породной мелочи в стальном стакане цилиндрическим плунжером

Механизм испытания

Дозированную засыпку угольной, породной мелочи подвергают сдавливанию в стальном стакане плавно возрастающим усилием нагрузочного плунжера до обусловленной величины уплотнения. Прочность породы оценивается по усилию этого уплотнения.

Образцы для испытаний — неправильной формы куски породы весом от 5 до 20 г каждый (крупность 15—20 мм) в количестве 500—800 г.

Оборудование

Источник нагрузки — стационарная испытательная машина для сжатия вертикальными нагрузками, регулируемыми с чувствительностью 3—5% и контролируемыми в пределах диапазонов, соответственно до 2 тс, 5 тс, 10 тс. Машина должна обеспечивать плавное регулирование скорости нагружения в пределах от 5 до 1000 кгс/с.

Специальное нагрузочное приспособление — стальной стакан внутренним диаметром 55,3 мм и высотой 80 мм и плунжер диаметром 55 мм и высотой 80 мм с рисками миллиметровой шкалы по высоте плунжера.

Проведение испытания

Породные кусочки плотно укладывают в установленный в центральной части рабочей поверхности испытательной машины стакан на высоту засыпки 53±1 мм. На засыпку устанавливают плунжер, замечая по его шкале высоту установки. Нагружение породы через плунжер производят плавно возрастающей нагрузкой до уплотнения (по шкале) 19 мм с такой скоростью, чтобы нагружение завершилось в течение 30—60 с от начала нагружения. Регистрируют показание (P, кгс) силоизмерительного устройства машины, соответствующее указанной величине уплотнения, после чего нагрузка снимается, а измельченная порода удаляется из стакана. Прочность при сжатии определяют по формуле:

$$\sigma_{ci} = \frac{P}{24\ см^2}. \qquad (10)$$

Испытание повторяют (с новыми засыпками) 2—3 раза, из которых в качестве прочности породы принимают результаты испытаний, различающиеся между собой не более чем на 25—30%.

Область применения метода

По надежности метод относится к грубым и допускается к применению при разведке угольных месторождений, строительстве, реконструкции и эксплуатации угольных шахт при невозможности испытания иными методами, например, при определении прочности слабых пород, углей со значительной структурной нарушенностью, препятствующей отбору проб предусмотренными крупными кусками. Метод пригоден лишь для испытания нехрупких пород, поэтому испытания данным методом должны сопровождаться петрографическим изучением с целью выявления наличия вязких компонентов.

2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

2.1. Метод раскалывания сферическими инденторами породных кусков произвольной, в том числе неправильной формы

Механизм испытания

Аналогичен описанному в 1.4 настоящего приложения, однако применения указанных в этом пункте корреляционных зависимостей не требуется. Метод позволяет, испытывая образец, определить предел прочности при растяжении по направлению напластования или нормали к напластованию, для чего на поверхности образца выбирают места нагружения инденторами.

Образцы для испытаний — согласно 1.4 настоящего приложения, однако в связи с более высоким уровнем надежности метода

их количество составляет 8—10 штук; это число может быть уменьшено при достаточных размерах образцов и использовании остатков для повторных испытаний.

Оборудование

Согласно 1.4 настоящего приложения.

Проведение испытания выполняют согласно 1.4 приложения, однако предел прочности при растяжении образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{pi} = \frac{0{,}75P}{F} \qquad (11)$$

Область применения метода

По надежности метод относится к нормальным, весьма мало трудоемок, а при использовании портативного пробника типа БУ-39 доступен как для лабораторных, так и для полевых условий; рекомендуется к применению при разведке угольных месторождений, строительстве, реконструкции и эксплуатации угольных шахт.

2.2. Метод раскалывания цилиндрических образцов усилиями, распределенными по образующим («бразильский» метод)

Механизм испытания

Лежачий цилиндрический породный образец подвергают сдавливанию в нагрузочном устройстве, обеспечивающем распределение встречно направленных нагружающих усилий по двум диаметрально противоположным образующим, причем в плоскости нагружения возникают напряжения растяжения. Нагружение образца ведут с плавным возрастанием нагрузки до разрушения, происходящего в форме раскола образца по плоскости нагружения.

Образцы для испытаний

Форма образцов — круглая цилиндрическая с диаметром в пределах 30—60 мм и длиной от 0,6 до 1,1 диаметра. Неправильность боковой поверхности (эллипсность, шероховатость) допускается в пределах 0,5 мм, торцевых — 2—3 мм. На двух диаметрально противоположных образующих (с допустимым отклонением от диаметра 0,5—1 мм) по местам приложения нагрузки должны быть отшлифованы две плоские параллельные лыски шириной 3—5 мм. Места для них выбирают в зависимости от требуемой ориентировки относительно направления залегания породы: в плоскости напластования или в направлении нормали к ней. Для испытания породы требуется подвергнуть испытаниям 8—10 ее образцов естественной влажности (водонасыщение).

Оборудование

Источник нагрузки — стационарная испытательная машина, аналогичная указанной в 1.3 настоящего приложения.

Специальное нагрузочное приспособление — соосник, например, типа БУ-11 со сменными деталями для нагружения лежачих цилиндров по образующей: плоским стальным столиком под нижнюю лыску образца и самоориентирующимся поворотным стальным ножом-клином с радиусом притупления 1,5 мм, выполненным из каленого стального прутка.

Проведение испытания

Образец укладывают лыской на столике нагрузочного приспособления, на верхнюю лыску устанавливают нож; образец в сборе с нагрузочным приспособлением устанавливают в центральной части рабочей поверхности испытательной машины. Нагружение производят плавно с такой скоростью, чтобы раскол достигался по истечении 30—60 с от начала нагружения. Регистрируют показание (P, кг) силоизмерительного устройства машины, отвечающее максимальной нагрузке, достигнутой при испытании.

Предел прочности при растяжении для образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{pi} = \frac{0{,}64P}{dl}, \qquad (12)$$

где d и l — размеры сечения раскола, т. е. диаметр и длина образца, см.

Среднее значение предела прочности на растяжение и коэффициент вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

По надежности метод относится к нормальным, рекомендуется к применению при разведке угольных месторождений и строительстве и реконструкции угольных шахт; допущен к применению на геологических работах при эксплуатации угольных шахт.

2.3. Метод разрыва сооснымн пуансонами породных дисков с отверстием

Механизм испытания

Плоский породный диск с центральным отверстием, заполненным пластической резиной, подвергают радиальному разрыву путем гидростатического нагружения полости отверстия давлением на резину плоских соосных пуансонов. Растягивающие напряжения в нагрузочном образце аналогичны напряжениям в стенках толстостенного сосуда и по величине зависят от усилия давления пуан-

сонов P, кг, и диаметров образца D, см, и отверстия d, см. Радиальный разрыв начинается вблизи стенок отверстия и трещины прорастает по радиусу образца, разрывая его на секторы.

Образцы для испытания

Форма образцов круглая цилиндрическая диаметром от 30 до 100 мм с плоскопараллельными торцами — сторонами диска, с концентрическим отверстием диаметром в пределах 11,35—11,45 мм (контролируется предельным калибром). Толщина диска в пределах 10—12 мм с допустимым отклонением от параллельности, плоскости и шероховатости в пределах 0,1 мм. Отверстие должно быть точно притерто и на его краях не должно быть отколов. Для испытаний породы требуется 4—5 образцов естественной влажности (водонасыщение).

Оборудование

Аналогично стационарному варианту, предусмотренному в 1.4 настоящего приложения; кроме того, для заполнения отверстий в образцах применяют вставляемые в отверстие резиновые цилиндры диаметром $11{,}3 \times 12$ мм.

Проведение испытания выполняют аналогично указанному в 1.3 настоящего приложения, причем пуансоны устанавливают непосредственно на торцы резинового цилиндра, вставленного в образец.

Предел прочности при растяжении образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{pi} = \frac{P}{B}, \qquad (13)$$

где B — расчетная площадь ($см^2$), определяемая из табл. п. 4.

Таблица п. 4

Диаметр образца, мм	30	40	50	60	70	80	90	100
B, $см^2$	1,8	2,8	3,8	4,7	5,7	6,6	7,6	8,6

Среднее значение предела прочности породы и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

Метод применим к породам с прочностью при растяжении от 5 до 120 $кгс/см^2$, по надежности относится к упрощенным и эффективен при разведке угольных месторождений, строительстве, реконструкции и эксплуатации угольных шахт.

2.4. Метод раскалывания плоских породных плит и брусков стальными клиньями

Механизм испытания

Породную плиту (брус) с двумя плоскопараллельными сторонами нагружают плавно нарастающим усилием до раскола встречно движущимися параллельными стальными клиньями. Механизм раскола аналогичен описанному в 2.2 настоящего приложения, однако детально не изучен, почему и надежность метода понижена. Для повторных испытаний выполняют многократное раскалывание плиты на брускообразные и брусков на кубообразные куски, в дальнейшем используемые согласно 1.5 настоящего приложения.

Образцы для испытаний

Форма образцов — породные плиты произвольного очертания, размерами от 40 до 150 мм с плоскопараллельными гранями и толщиной от 20 до 40 мм. В зависимости от ориентировки плоских граней относительно напластования породы образец может быть использован (при соответствующем расположении раскалывающих клиньев) для определения прочности при растяжении в направлении нормали к напластованию либо вдоль напластования. Для испытания породы требуется 4—5 образцов, а если размеры образцов позволяют осуществить повторные испытания, соответственно меньшее их число. Образцы должны иметь естественную влажность (водонасыщение).

Оборудование

Источник нагрузки — стационарная испытательная машина, аналогичная указанной в 1.3 настоящего приложения.

Специальное нагрузочное приспособление, например БП-3 (пара горизонтальных стальных клиньев с сооснником, направляющим их встречное вертикальное движение). Длина клиньев должна быть не менее ширины раскалываемых образцов. Один из клиньев должен иметь шарнирное устройство, обеспечивающее точное прилегание лезвия клина к поверхности образца.

Проведение испытания выполняется аналогично указанному в 2.2 настоящего приложения, причем расположение образца между клиньями согласуют с определением требуемого показателя прочности — в направлении напластования или нормали к напластованию.

Предел прочности при растяжении для образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{pi} = K_5 P / F, \qquad (14)$$

где F — площадь поверхности раскола, $см^2$; K_5 — коэффициент, учитывающий масштабный эффект и принимаемый в зависимости от величины F согласно табл. п. 5.

Таблица п. 5

Площадь, $см^2$	9–12	13–17	18–22	23–28	29–35	36–44	45–55
K_5	0,69	0,81	0,91	1,00	1,12	1,21	1,32

Среднее значение предела прочности породы и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

По надежности метод относится к упрощенным и допущен к применению при разведке угольных месторождений, а также на геологических работах при эксплуатации угольных шахт.

2.5. Метод поперечного раскалывания породных кернов стальными клиньями

Механизм испытания

Кусок породного керна сдавливают до раскалывания между лезвиями двух параллельных клиньев. Угол между осью керна и плоскостью раскалывания выбирают в зависимости от желаемой ориентировки определяемого показателя относительно направления залегания породы; в том числе раскол образца может производиться и по плоскости естественного структурного ослабления породы. Механизм раскола в деталях не изучен, однако он близок к описанному в 2.1 и 2.4 настоящего приложения и апробирован в опытном порядке.

Образцы для испытаний

Форма образцов — куски керна диаметром от 30 до 100 мм и длиной, превышающей величину диаметра не менее чем в 1,2—1,5 раза. Для проведения испытания требуется 3—4 образца или же длина керна должна обеспечивать выполнение повторных сколов. Испытание по структурному контакту выполняют однократно. Влажность образцов должна быть естественной (водонасыщение).

Оборудование аналогично описанному в 2.4.

Проведение испытания

Керн устанавливают между клиньями приспособления так, чтобы раскол произошел в необходимой плоскости: напластования, ослабления или нормальной к напластованию. Приспособление с образцом устанавливают в центральной части рабочей поверхности машины и производят нагружение, аналогично указанному в 2.4 настоящего приложения.

Предел прочности при растяжении образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{pi} = K_{\sigma} P / F, \qquad (15)$$

где F — площадь раскола, $см^2$; P — максимальное достигнутое при нагружении усилие, кг; K_{σ} — коэффициент, принимаемый для определения прочности; по структурному контакту $K_{\sigma}=1$, по ненарушенному сечению для песчаников $K_{\sigma}=0{,}93$, для алевролитов $K_{\sigma}=0{,}88$ и для аргиллитов $K_{\sigma}=0{,}83$.

Среднее значение прочности породы (кроме случая прочности структурного ослабления) и коэффициент его вариации вычисляют по формулам (2) и (3).

Область применения метода

По надежности метод относится к упрощенным, а в отношении определения прочности по структурному контакту к грубым; метод рекомендован к применению при разведке угольных месторождений, строительстве, реконструкции и эксплуатации угольных шахт.

3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УПРУГОСТИ

3.1. Метод упругого вдавливания сферических инденторов в образцы произвольной, в том числе неправильной формы

Механизм испытания

В породный кусок вдавливают встречно направленные сферические инденторы. Режим нагружения предусматривает приложение нагрузки меньшей, чем разрушающая, и последующее ее снятие с измерением глубины лунок вдавливания при приложении нагрузки и при ее снятии и определение упругого и остаточного (пластического) слагаемых глубины лунки. Показатели деформируемости образца определяют соотнесением его деформаций в зоне лунок и нагрузок, отвечающих деформациям.

Образцы для испытаний — аналогичны указанным в 1.4, однако в количестве 2—3 шт.

Оборудование — портативный пробник типа БУ-39 (см. 1.4 настоящего приложения) со встроенными индикаторами часового типа (ИЧ-10 по ГОСТ 577—68 и 2 ИГМ по ГОСТ 9696—61) для измерения сближения инденторов, отвечающего суммарной глубине двух лунок их вдавливания; в стационарном варианте — согласно 1.4 настоящего приложения.

Проведение испытания

Предварительно на одном из породных образцов производят определение предела прочности породы на растяжение. На основе

этого показателя устанавливают для каждого последующего испытания величину предельной нагрузки, равную 0,6 от раскалывающей образец, подлежащий испытанию.

Испытываемый образец устанавливают в нагрузочном устройстве в контакте нагрузочных лысок с инденторами. Нагружение ведут последовательно, с отсчетами величин сближения инденторов: при йагрузке, отвечающей смятию шероховатостей образца и составляющей 5—8% от предельной, при предельной и снятой нагрузках.

Модуль упругости (кг/см^2) образца рассчитывают по формуле:

$$E = \frac{1{,}13 \cdot 10^5}{1{,}82 \frac{\Delta y}{P} \sqrt{(0{,}5\,\Delta y + \Delta пл) \cdot 10^3 \quad -0{,}043}}, \qquad (16)$$

где P — предельная нагрузка, кг; Δy — сближение инденторов, определяемое их упругим вдавливанием и вычисляемое как разность сближений при предельной и снятой нагрузках; $\Delta_{пл}$ — сближение инденторов, определяемое их пластическим вдавливанием и вычисляемое как разность сближений при снятой нагрузке и при нагрузке, отвечающей смятию шероховатостей.

Испытание на каждом образце повторяют 2—3 раза со смещением мест вдавливания инденторов, а всего испытаниям подвергают 2—3 образца пробы. Для оценки определяемого показателя породы принимают результаты, различающиеся между собой не более чем на 25—30%.

При предусмотренном составом испытаний определений показателей пластичности породы оно выполняется одновременно с определением модуля упругости.

3.2. Метод ультразвукового продольного профилирования цилиндрических породных стержней

Механизм испытания

Вдоль цилиндрического породного образца пропускают с измерением скорости прохождения импульсы волн ультразвука продольных (относительно оси образца) и поверхностных (по боковой поверхности образца). В качестве источника и приемника импульсов в обоих случаях используют пьезоэлементы в контакте с соответствующими участками поверхности образца, а для определения скорости распространения колебаний пользуются осциллографической индикацией моментов входа импульсов в образец и выхода его из образца. Показатели упругости образца определяют в зависимости от величин указанных скоростей по известным зависимостям.

Образцы для испытаний — круглые цилиндрические с плоскими шлифованными основаниями диаметром от 36 до 110 мм и длиной в 2—3 раза превышающей диаметр. Для испытания породы требуется 2—3 ее образца.

Оборудование

Как для возбуждения колебаний в образце, так и для индикации их прохождения используют ультразвуковой сейсмоскоп с пьезоэлементами, например типа ИПА-59. Применяемая частота колебаний должна превышать величину $(1,5—2)V_p/d$, где V_p — скорость распространения продольных колебаний, а d — диаметр образца.

Проведение испытания

Предварительно, обмером и взвешиванием определяют объемный вес образца (ρ, г/см^3). После включения и прогрева сейсмоскопа пьезоэлементы — датчик и приемник — плотно прижимают к центральным частям торцов образца и на экране прибора отсчитывают длительность прохождения по образцу продольных волн. Далее датчик и приемник смещают к краям торцов образца, лежащим примерно на одной его образующей, и на экране отсчитывают длительность прохождения поверхностных волн. В обоих случаях надлежащим способом исключают погрешность, отражающую длительность прохождения волн через контакты элементов. Определение показателей упругости образца производят по табл. п. 6.

Таблица п. 6

Скорость поверхностных колебаний, мм/мкс	Скорость продольных колебаний, мм/мкс								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1,5	1,80 / 0,28	1,81 / 0,36	1,82 / 0,41	1,83 / 0,44	1,84 / 0,45	1,86 / 0,46	1,88 / 0,47	1,90 / 0,48	1,92 / 0,48
2,0		2,92 / 0,16	3,07 / 0,30	3,17 / 0,35	3,24 / 0,39	3,32 / 0,41	3,35 / 0,43	3,37 / 0,44	3,38 / 0,45
2,5				4,58 / 0,20	4,79 / 0,30	4,94 / 0,34	5,03 / 0,38	5,10 / 0,40	5,15 / 0,42
3,0						6,65 / 0,22	6,91 / 0,30	7,09 / 0,34	
3,5							8,75 / 0,13	9,12 / 0,29	

В табл. п. 6 в числителе дана величина модуля упругости, уменьшенная в 10^5 раз, а в знаменателе — коэффициент Пуассона. Таблица составлена для объемного веса породы 2,5 г/см^3. При испытаниях пород с иным объемным весом табличные величины модуля упругости пересчитываются пропорционально фактическому объемному весу.

Испытание каждого образца повторяют 2—3 раза, а всего испытаниям подвергают 2—3 образца. В качестве значения показателей упругости породы принимают результаты, различающиеся между собой не более чем на 15—20%.

Образцы после определения показателей упругости могут быть использованы для иных видов механических испытаний.

3.3. Метод ультразвукового иммерсионного прозвучивания породных плит

Механизм испытания

Через цилиндрически-дисковый или призматически-пластинчатый породный образец, погруженный в жидкость (минеральное масло) пропускают и измеряют скорость прохождения продольных и поперечных волн ультразвука. Как для возбуждения, так и для индикации времени прохождения импульсов применяют генератор колебаний с пьезоэлементами, являющимися датчиком и приемником колебаний. Пьезоэлементы и размещенный между ними породный образец располагают в специальной ванне с иммерсионной жидкостью. Показатели упругости образца определяют в зависимости от величин указанных скоростей.

Образцы для испытаний: пластинчатые, в том числе цилиндрические дисковые с параллельными шлифованными гранями диаметром (или габаритным поперечным размером) от 36 до 110 мм и толщиной, в 4—5 раз превышающей длину применяемых волн.

Оборудование: ванна для иммерсионной жидкости, например типа ЕЖД-2 с поворотными держателями для образца и установленными пьезоэлементами и генератор-индикатор колебаний, например сейсмоскоп типа ИПА-59.

Проведение испытания

Образец закрепляют в держателе, погружают в ванну и прозвучивают, определяя по экрану сейсмоскопа длительность прохождения волновых импульсов. Из замеренных интервалов должна быть исключена тарировочная поправка на прохождение импульса по жидкости и через приконтактные зоны образца и пьезоэлементов. Модуль упругости образца вычисляют по формуле:

$$E = K_7 \rho V_p^2 , \qquad (17)$$

где V_p — скорость прохождения продольных колебаний, мм/мкс; ρ — объемный вес породы, г/см^3; K_7 — коэффициент, зависящий от отношения величин скоростей продольных и поперечных волн и находимый по табл. п. 7.

В таблице приведены также значения коэффициента Пуассона.

Для определения показателей упругости породы требуется подвергнуть испытаниям 3—4 ее образца, причем в качестве оконча-

Таблица п. 7

Отношение скоростей продольных к скорости поперечных волн . .	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
Значение K_7 . . .	0,97	0,92	0,86	0,79	0,67	0,57	0,50	0,42	0,36	0,32
Коэффициент Пуассона	0,10	0,18	0,24	0,28	0,33	0,37	0,39	0,41	0,43	0,44

тельных применяются значения, отличающиеся друг от друга не более чем на 25—30%.

4. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

4.1. Метод пластического вдавливания сферических инденторов в образцы произвольной, в том числе неправильной формы

Механизм испытания — аналогичен указанному в 3.1 настоящего приложения, однако определяют не упругие, а пластические характеристики породы, в том числе и с выдержкой времени (реологические).

Образцы для испытаний — куски породного керна диаметром 30—50 мм и длиной не менее двух диаметров или куски породы неправильной формы с указанными размерами и грубо запиленными лысками под инденторы. Для испытания требуется 2—3 образца от опробуемой породы с естественной влажностью породы.

Оборудование — см. 3.1 настоящего приложения.

Проведение испытаний выполняется аналогично 3.1 настоящего приложения, однако для большего выявления ползучести породы предельная деформирующая нагрузка устанавливается равной 0,8 от разрушающей. Нагружение ведут последовательно, с отсчетами величин сближения инденторов: при нагрузке, отвечающей смятию шероховатостей породы и составляющей 5—8% от предельной; при предельной нагрузке после ее выдержки в течение 10 мин, при этой же нагрузке после ее выдержки в течение 50 мин и при снятой нагрузке. Модуль пластичности образца рассчитывают по формуле:

$$D = \frac{13{,}3P}{\Delta_{пл}} \cdot \qquad (18)$$

Модуль длительной (часовой) пластичности вычисляют по формуле:

$$D_t = \frac{13{,}3P}{\Delta_{пл} - \Delta_{полз}}, \qquad (19)$$

где $\Delta_{пл}$ — величина сближения инденторов от вдавливания, обусловленного пластической деформацией при действии предельной нагрузки P (кг) в пределах 10 мин с момента ее приложения и за вычетом величины вдавливания, отвечающей смятию шероховатостей, и величины упругого вдавливания, определяемого при снятии нагрузки; $\Delta_{полз}$ — величина сближения инденторов при действии предельной нагрузки в течение интервала времени ее действия от 10-й до 60-й минуты.

Определение категорий пластичности и текучести породы выполняется по величинам $\Delta_{пл}$ и $\Delta_{полз}$ согласно табл. п. 8.

Таблица п. 8

Величина пластической деформации вдавливания инденторов предельной нагрузкой в течение 10 минут, мм	Категория пластичности	Величина пластической деформации вдавливания инденторов предельной нагрузкой в интервале от 10-й до 60-й минуты, мм	Категория текучести
Менее 0,1	0	Менее 0,01	0
0,1–0,2	1	0,01–0,02	1
0,2–0,4	2	0,02–0,04	2
0,4–0,8	3	0,04–0,08	3
Более 0,8	4	Более 0,08	4

Для определения показателей пластичности породы из результатов испытаний ее образцов принимают значения, отличающиеся друг от друга не более чем на 25—30%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ильницкая Е. И.* и др. Свойства горных пород и методы их определения. М., «Недра», 1969.
2. *Берон А. И.* и др. Методика определения прочности горных пород в образцах полуправильной формы. Изд. ИГД им. А. А. Скочинского. М., 1973.
3. *Карташов Ю. М., Грохольский А. А.* Методические указания по определению прочности горных пород на сжатие. Изд. ВНИМИ, Л., 1973.
4. *Михеев Г. В.* Методические указания по комплексным полевым определениям прочностных и деформационных характеристик горных пород. Изд. ВНИМИ, Л., 1973.
5. *Протодъяконов М. М.* Определение крепости угля на шахтах. — «Уголь», 1950, № 9.
6. *Матвеев Б. В.* Руководство по механическим испытаниям горных пород методом соосных пуансонов. Изд. ВНИМИ, Л., 1960.
7. *Карташов Ю. М.* Инструкция по приближенному испытанию образцов горных пород неправильной формы на одноосное сжатие. Изд. ВНИМИ, Л., 1964.
8. *Серикбаев Т. Р., Пудов М. С.* Определение крепости слабых трещиноватых пород. — В сб.: Технология добычи угля подземным способом. М., 1969, № 5.

9. *Матвеев Б. В.* К вопросу об оценке крепости горных пород. — В сб.: Горное давление, сдвижение горных пород и методика маркшейдерских работ. Изд. ВНИМИ, Л., 1968, вып. 70.

10. *Карташов Ю. М.* и др. Методические указания по испытанию горных пород на растяжение методом сжатия цилиндрических образцов по образующей. Изд. ВНИМИ, Л., 1969.

11. *Кузнецов С. Т.* и др. Методическое пособие по изучения слоистости и прогнозу расслаиваемости осадочных пород. Изд. ВНИМИ, Л., 1967.

12. *Овчаренко Б. П.* и др. Методическое руководство по определению физико-механических свойств горных пород при геологоразведочных работах в Донецком бассейне. Изд. ДонУГИ, Донецк, 1965.

13. *Тохранов Р. К.* Опыт определения упругих свойств горных пород с помощью ультразвука. — В сб.: Горное давление, сдвижение горных пород и методика маркшейдерских работ. Л., «Недра», 1964, вып. 53.

14. *Михеев Г. В.* Указания по упрощенному полевому испытанию пластичности пород. Изд. ВНИМИ, Л., 1972.

15. *Михеев Г. В.* Инструкция по эксплуатации прибора-пробника БУ-39 Изд. ВНИМИ, Л., 1974.

16. ГОСТ 21153.0—75—21153.7—75 Породы горные. Методы физических испытаний.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗВЕДКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ 4

Общие положения 4
Места изучения угля, пород (определения механических свойств) при разведке угольных месторождений 6
Пробы пород и угля для механических испытаний . . . 11
Состав механических испытаний горных пород, выполняемых при разведке угольных месторождений 13
Методы механических испытаний горных пород, выполняемых при разведке угольных месторождений 13
Документирование результатов механических испытаний горных пород 20

2. ВРЕМЕННЫЕ НОРМАТИВЫ ОБЪЕМОВ, ВИДОВ И МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НОВЫХ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ПОДГОТОВКЕ НИЖЕЛЕЖАЩИХ ГОРИЗОНТОВ ШАХТ 21

Общие положения 21
Места изучения пород в контрольно-стволовых скважинах . 23
Места изучения пород в вертикальных (наклонных) скважинах по осевым линиям подлежащих проходке горизонтальных и наклонных капитальных выработок 27
Места изучения пород в горизонтальных опережающих скважинах по направлениям подлежащих проходке главных квершлагов и других капитальных полевых выработок 30
Места изучения пород при проходке (углублении) шахтных стволов и главных квершлагов 31
Пробы пород и угля для механических испытаний 32
Состав механических испытаний горных пород, выполняемых при строительстве, реконструкции и углублении угольных шахт 34
Методы механических испытаний горных пород, выполняемых при строительстве, реконструкции и углублении угольных шахт . 36
Документирование результатов механических испытаний горных пород 40

3. ТРЕБОВАНИЯ ПО СОСТАВУ, ВИДАМ И МЕТОДАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ 43

Общие положения 43
Места исследования горных пород на механические свойства в эксплуатирующихся угольных шахтах 45
Пробы пород и угля для механических испытаний 51
Состав механических испытаний горных пород, выполняемых при эксплуатации угольных шахт 54
Методы механических испытаний горных пород, выполняемых при эксплуатации угольных шахт 56
Документирование результатов механических испытаний горных пород 61

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схемы интервалов опробования горных пород на механические свойства при разведке угольных месторождений . . 63
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Нормативы методов определения механических свойств горных пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР 67
1. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии 69
2. Методы определения предела прочности при растяжении . 80
3. Методы определения показателей упругости 86
4. Методы определения показателей пластичности 90
ЛИТЕРАТУРА 91

Общая редакция:

К. А. АРДАШЕВ, В. И. ГОРБУШИН, Б. В. МАТВЕЕВ

Составители:

К. А. Ардашев, Н. П. Бажин, Ф. П. Бублик, Ф. Н. Воскобоев, И. Л. Давыдович, А. М. Ковел, С. Т. Кузнецов, А. А. Орлов

Печатный цех ВНИМИ. Заказ № 67. Тираж 1800 экз 30/XII-77 г.
М-50417. Объем 5,75 п. л. Бесплатно.

УДК 622.023:(550.812+622.22+622.12)553.94/96(083.75)

Требования к определению механических свойств горных пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР (при разведке, строительстве, реконструкции и эксплуатации). Л., 1977, с. 95 (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

ПОРОДЫ ГОРНЫЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ШАХТ

В Требованиях изложен комплекс обязательных нормативов, обеспечивающих все этапы освоения угольных месторождений сведениями о механических свойствах угля и вмещающих пород, необходимыми для проектирования и ведения горных работ.

Ил. 2, табл. 20, библиогр. 16.

gost.e-ecolog.ru