



УДК 69.056.53

Е.Т. Иргебаев

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ УТЕПЛЕНИЯ ВНЕШНИХ ПАНЕЛЕЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время одной из главных проблем для жилищного строительства Республики Казахстан является энергосбережение. Несовершенство конструктивных решений наружных ограждающих конструкций является причиной большого расхода энергоресурсов, что ведет к огромным тепловым потерям, достигающим до 80 % всех тепловых потерь здания. Актуальность проблемы энергосбережения для Республики Казахстан подтверждается следующим. В настоящее время в республике насчитывается порядка 20 тыс. жилых домов, состояние которых не улучшается, а с каждым годом ухудшается. Дома, не имея должного ухода, медленно, но верно разрушаются, обрекая жильцов на возможное отселение.

Строительство во многих районах Казахстана ведется в сложных природно-климатических условиях, что обуславливает продолжительные сроки строительства и ведет к увеличению трудоемкости и стоимости выполнения работ. На производство наружных отделочных и теплоизоляционных работ влияют следующие факторы: длительность зимнего периода, большие значения отрицательных температур наружного воздуха, осадки в виде дождя и снега.

Критериями оценки технического состояния здания в целом и его конструктивных элементов является физический и моральный износ. *Физический износ* жилых зданий - это частичная или полная потеря ими с течением времени своих первоначальных эксплуатационных качеств и технических свойств: прочности, жесткости, теплозащитных и эксплуатационных свойств, а в ряде случаев и внешнего вида. *Моральным износом* называют несоответствие зданий существующим на момент оценки нормативным объемно-планировочным, архитектурно-конструктивным, санитарно-гигиеническим и другим требованиям. Моральный износ характеризуется уровнем комфортабельности жилых зданий.

За последние 20-30 лет в странах Западной Европы сложилась целая подотрасль стройиндустрии, в задачу которой входит утепление наружных стен зданий. Примером может служить тот фактор, что до 1989 года в этих странах ежегодно осуществлялась наружная теплоизоляция 30 млн м² стен зданий, из них 65 % - способом штукатурки по слою теплоизоляции, 25 % - облицовкой на основе и 10 % - с применением облицовок из защитно-декоративных панелей и теплоизоляционных штукатурных покрытий.

Если у нас в стране эффективные системы теплоизоляции фасадов начали применяться только в конце 90-х годов XX в., то на Западе к тому времени был уже накоплен большой опыт их использования. В Германии в это время объемы работ по так называемой комплексной системе теплоизоляции и отделке фасадов были доведены до 40 млн м² фасадов в год, а число предприятий, производящих и поставляющих комплекты материалов своих систем, перевалило за 100.

Наиболее широкое распространение в Казахстане в последние годы получило наружное утепление зданий, защищающее стену от внешних воздействий: суточных и сезонных тем-

пературных колебаний, атмосферных осадков, обледенения и промерзания, от образования плесени, и создающее благоприятные температурно-влажностные условия работы массивного слоя ограждающей конструкции, способствующие повышению ее долговечности.

Наружное утепление является более эффективной и в энергосберегающем отношении. Она сглаживает или устраняет температурные аномалии на внутренней поверхности ограждений в зонах тепловых мостов, а также реализует теплоаккумулирующую способность каменного слоя стены при отключении или снижении нагрузки отопительной системы. Таким образом, из вышеизложенного можно отметить несколько основных преимуществ наружного утепления:

- создание защитной термооболочки, исключающей образование «мостиков холода»;
- создание нового архитектурного облика здания.

В настоящее время в отечественной строительной практике наиболее широкое распространение получили два вида систем наружного утепления: штукатурные и навесные.

В результате сравнения вариантов проектирования теплоизоляционных систем выбраны разработанные технологии утепления наружных стен жилых крупнопанельных зданий пенополистиролбетонными плитами. Суть предложенной технологии утепления наружных стен состоит в том, что на поверхность жестких плит из пенополистиролбетона заводского изготовления методом торкретирования наносится (с одной стороны) базальтофибробетонная стяжка с последующим выравниванием и затиркой, а с другой - слой клея типа «Крепость». Затем плита устанавливается в проектное положение таким образом, чтобы перекрыть мостики холода в наружных стенах здания. Для анкеровки плит в стене здания просверливают отверстия, в которые затем инжектируется базальтофибробетонный раствор и вставляется полимерный анкер. Предпочтение отдается полимерному анкеру, т.к. металлический подвергается коррозии. Надежность крепления плит к стене гарантируется результатами испытаний анкеров, которые выдерживают усилие на вырывание: $4 \div 4,8$ МПа - при твердении в течение 1 часа; $10 \div 12$ МПа - при твердении через 1 сутки (рис. 1).

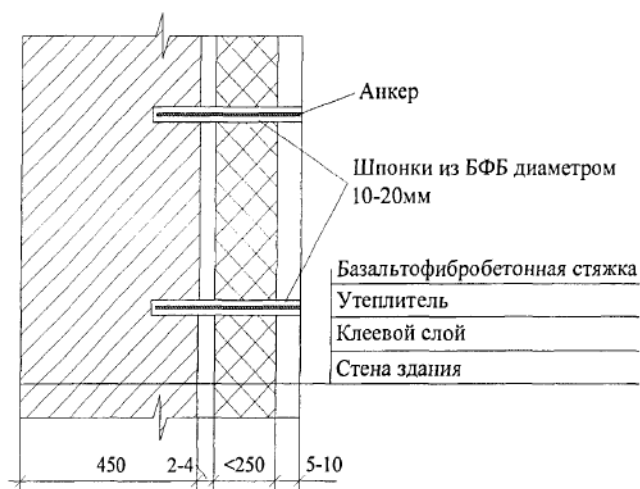


Рисунок 1 - Конструктивная схема утепления наружных стен жилых панельных зданий жесткими пенополистиролбетонными плитами с базальтофибробетонной облицовкой

При утеплении по предложенной технологии совмещаются операции устройства стяжки и армирования, не требуется дополнительных операций по штукатурке фасада

здания. Использование в качестве облицовочного материала базальтофибробетона увеличивает трещиностойкость отделочного слоя и улучшает теплоизоляционные свойства наружных стен за счет высоких физико-технических свойств.

Отличительной особенностью данной технологии утепления является применение в качестве защитного слоя базальтофибробетонной стяжки и в качестве крепежа - шпонок из базальтофибробетона, армированных полимерными анкерами.

Внедрение новой технологии утепления пенополистиролбетонными плитами с базальтофибробетонной облицовкой дает экономию трудозатрат и снижение стоимости работ по сравнению с традиционными технологиями с применением штукатурных систем благодаря повышению производительности труда и более высокому уровню технологичности теплоизоляционных работ при капитальном ремонте и реконструкции жилых зданий.

Список литературы

1. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учеб. пособие. - М.: АСВ, 2000. - 160 с.
2. Некрасов М. Теплоизоляционные материалы: сравнительные характеристики // Технологии стр-ва. - 2003. - № 2(24). - С. 20-25.
3. Шойхет В.М. Изоляция. Материалы и технологии / В.М. Шойхет, С.Д. Сокова. - М., 2006. - 655 с.

Получено 15.07.2013

УДК 624.154

Ю.М. Новиков

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

УЧЁТ ДЕФЕКТОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ МОСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Пролётные строения железобетонных мостов имеют сложную статически неопределимую расчётную схему. Усилия, приходящиеся на каждую из балок, зависят от их жёсткости. Большинство находящихся в эксплуатации мостов имеют дефекты, в той или иной мере влияющие на жёсткость отдельных элементов, а следовательно, и на грузоподъёмность пролётного строения в целом. Распределение нагрузки между главными балками в значительной мере зависят от их жёсткости. Более жёсткие балки воспринимают большую долю нагрузки. Поэтому крайне важно определить, как влияют те или иные дефекты на жёсткость элементов конструкции.

Появление компьютерных программ, основанных на методе конечных элементов (МКЭ), позволяет выполнить поставленную задачу. В настоящее время на рынке компьютерных программ имеются программы с богатым выбором конечных элементов, наиболее полно отражающие физико-механические свойства бетона. Однако такие программы недоступны для автора. Поэтому автором был выбран программный комплекс SCAD с использованием объёмных конечных элементов. Жёсткость таких элементов в данном программном комплексе определяется модулем упругости и коэффициентом Пуассона. Как известно, бетон не является упругим материалом, но в данном случае выбор объясняется широкой доступностью комплекса, а также тем обстоятельством, что усилия в балках пролётных строений разрешено нормами определять в предположении их упругой работы. Кроме того, полагается, что

разрушение моста при потере грузоподъёмности наступает мгновенно.

Железобетонные балки расчленяются на бетонные и железобетонные конечные элементы. Необходимо в каждом элементе учесть влияние дефектов и наличие арматуры. Арматура значительно увеличивает жёсткость элемента. В работе сделано допущение, что элементы подвержены только сжатию или растяжению вдоль балки.

На жёсткость элементов оказывают влияние такие дефекты, как пониженная прочность бетона в результате его коррозии или некачественного бетонирования, коррозия арматуры, обнажение и обрыв отдельных стержней арматуры, сколы и выбоины в бетоне, трещины. Влияние дефектов в нашей работе учитывается приведённым модулем упругости.

Физическое состояние конечного элемента зависит от вида дефекта (рис. 1). В бетонных элементах учёт коррозии бетона учитывается понижением предела прочности и соответствующим модулем упругости.

Ниже дана методика определения приведённого модуля упругости элементов с арматурой и некоторыми дефектами. Приведённый модуль упругости определяется из условия равенства деформаций армированного растянутого (сжатого) элемента и бетонного элемента с приведённым модулем упругости.

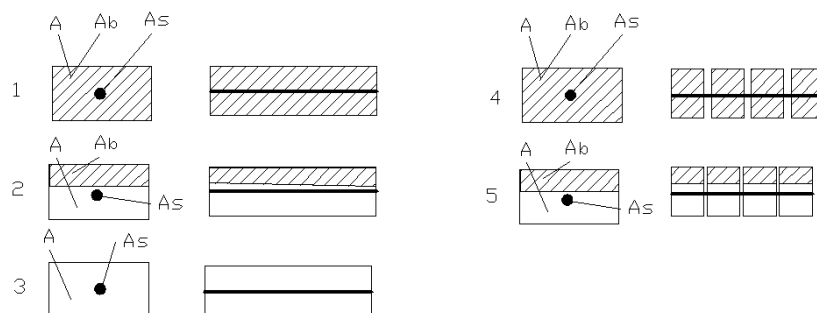


Рисунок 1 – Возможные дефекты и повреждения конечных железобетонных элементов.

Условные обозначения: A – площадь поперечного сечения конечного элемента;

A_b – площадь бетона в элементе; A_s – площадь поперечного сечения арматуры в элементе.

Неразрушенный бетон: 2 - сколы и раковины в бетоне; 3 – бетон отсутствует;

4 – «неразрушенный» бетон с трещинами; 5 - сколы и раковины в бетоне с трещинами

Обозначим:

$\kappa = \frac{A_b}{A}$ - коэффициент заполнения бетоном конечного элемента;

$\mu = \frac{A_s}{A}$ - коэффициент армирования конечного элемента.

Абсолютная деформация армированного растянутого элемента без трещин

$$\Delta l_{red} = \frac{N \cdot l}{E_b \cdot A_{red}} = \frac{N \cdot l}{E_b (A_b + A_s \cdot n)}, \quad (1)$$

где A_{red} - площадь сечения, приведённая к бетону; $n = \frac{E_s}{E_b}$.

Абсолютная деформация конечного элемента

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E_{red} \cdot A}, \quad (2)$$

где E_{red} - приведённый модуль упругости; A – площадь поперечного сечения конечного элемента.

Приравнивая правые части (1) и (2), получим

$$E_b(A_b + A_s \cdot n) = E_{red} \cdot A.$$

Откуда

$$E_{red} = \frac{E_b(A_b + A_s \cdot n)}{A} = E_b(k + \mu \cdot n) \quad (3)$$

- это общая формула для конечного элемента без трещин.

В элементах с трещинами необходимо учитывать неполноту работы бетона на участке между трещинами (рис. 2). Поэтому для элементов с трещинами формула (3) будет иметь вид

$$E_{red} = \frac{E_b(\psi_{bt} A_b + A_s \cdot n)}{A} = E_b(\psi_{bt} k + \mu \cdot n), \quad (4)$$

где ψ_{bt} - отношение площади эпюры растягивающих напряжений в бетоне с трещинами к той же эпюре для бетона без трещин.

По рис. 2 при образовании трещин $\psi_{bt} = 2/3$.

При значительной ширине раскрытия трещин связь между бетоном и арматурой значительно уменьшается. В нормах [1] $\psi_{bt} = 0,2 \div 0,8$ в зависимости от величины изгибающего момента.



Рисунок 2 - Эпюры растягивающих напряжений в бетоне для центрально-растянутых элементов

Предлагаемая методика определения приведённого модуля упругости опробована на примере расчёта балки на действие изгибающего момента. Расчётная схема балки представлена на рис. 3. Балка пролётом 10 м и высотой 100 см выполнена из бетона В20, арматура класса АIII.

Расчётная схема в Scad выполнена из объёмных восьмиузловых конечных элементов. По размерам в схеме представлены два вида элементов (рис. 4). Первый (с размерами 30×20×10 см) представляет собой элемент между трещинами. Второй (с размерами 5×20×10 см) представляет собой элемент, имитирующий трещину (или зону влияния трещины). По физическим свойствам (по приведённому модулю упругости) назначены 4 вида. Первый вид - железобетонные элементы с арматурой, расположенные между тре-

щинами; второй вид – элементы с трещиной и арматурой без бетона; третий вид – элементы с трещиной без бетона и арматуры (трещина); четвертый вид – неразрушенные бетонные элементы без трещин первого и второго размера.

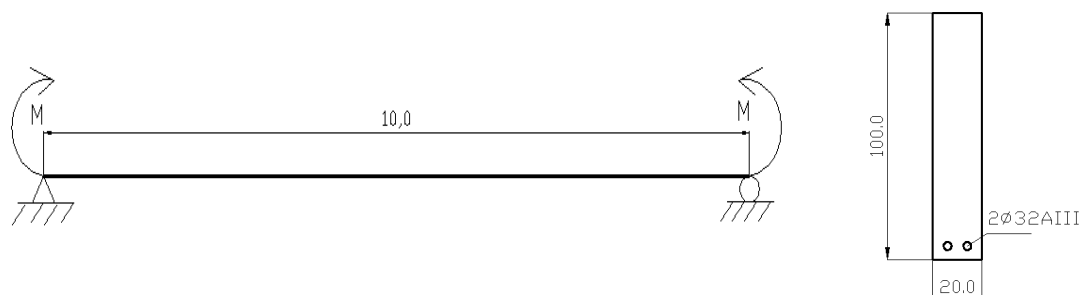


Рисунок 3 – Расчётная схема и поперечное сечение балки

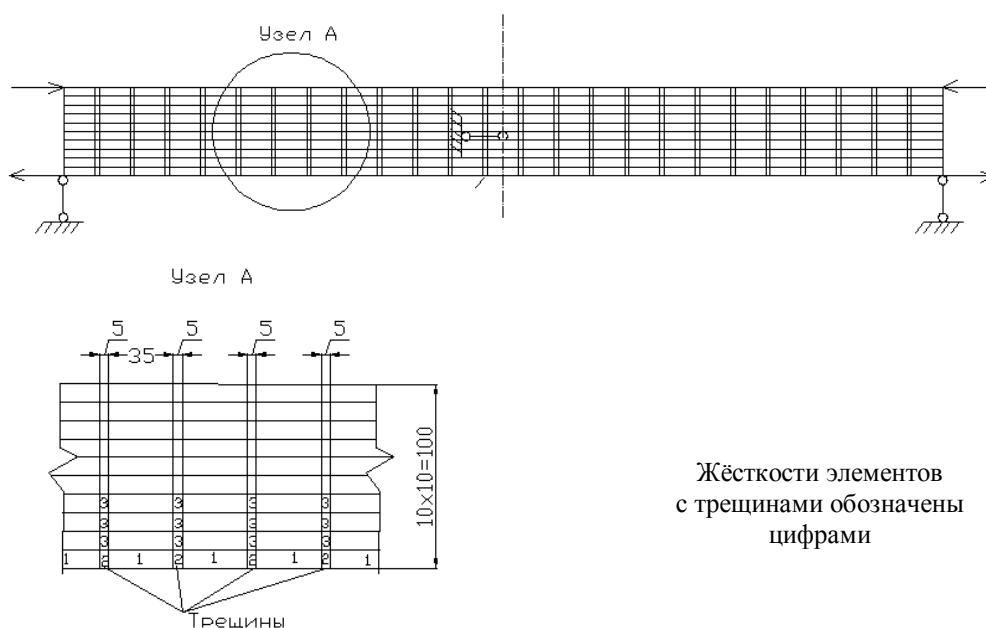


Рисунок 4 – Расчётная схема изгибаемого элемента по SCAD

Корректность представления балки в виде объёмных конечных элементов, не имеющих трещин, определялась путём сравнения прогибов железобетонной балки приведённого сечения и балки из конечных элементов. Для балок под действием изгибающего момента $M=20$ тм прогибы оказались равными соответственно 5,41 мм и 5,44 мм, что является хорошим результатом.

Для балок, имеющих трещины, сравнение выполнено путём расчёта балки по новым нормам СП 52-101-2003 [1,2]. Для этого определён момент, соответствующий образованию трещин $M_{\text{сгс}}$. Он оказался равным $M_{\text{сгс}} = 12,65$ тм (по действующим нормам СНиП 2.03.01-84 $M_{\text{сгс}} = 9,139$ тм).

В пространственной модели прогиб балок зависит от приведённого модуля упругости

элементов с трещинами, длины трещины и расстояния между ними. Соответствие с расчётами по СП определялось подбором по прогибам.

В реальной конструкции длина трещин и расстояние между ними определяется замером.

Сравнение произведено для двух значений изгибающего момента $M=20$ тм и $M=36$ тм по прогибам, величине напряжений в арматуре в сечении с трещиной и по ширине раскрытия трещин (табл., рис. 5).

Параметры напряжённо-деформированного состояния	M= 20 тм		M= 36 тм	
	Расчёт по Scad	Расчёт по СП	Расчёт по Scad	Расчёт по СП
Прогиб, мм	6,00	5,87	12,5	13,0
Ширина раскрытия трещин, мм	0,143	0,152	0,307	0,382
Напряжение в арматуре, МПа	112	162	227	280
Напряжение в бетоне сжатой зоны, МПа	70,2	99,8	136	148
Расстояние между трещинами, см	40	40	40	40

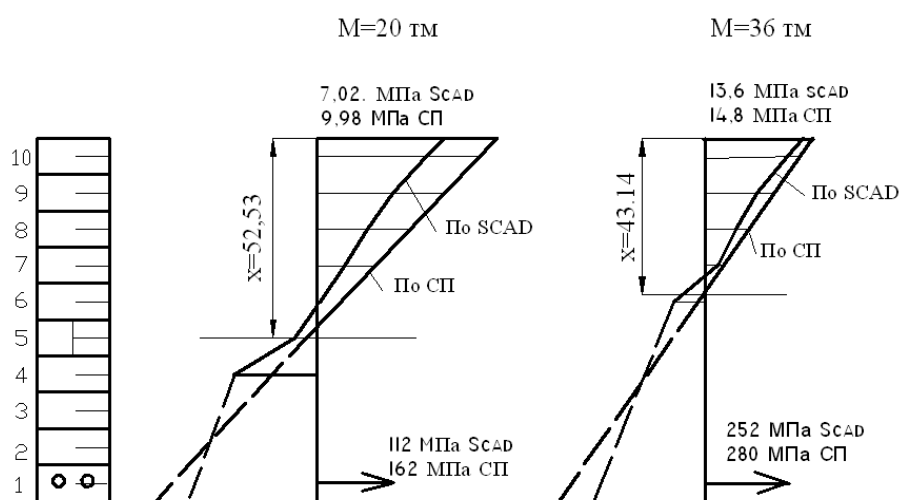


Рисунок 5 – Напряжённо-деформированное состояние в сечении с трещиной

Из приведённых расчётов видно, что предлагаемая методика даёт вполне удовлетворительный результат.

Пользуясь этой методикой, по результатам обследования пролётного строения в местах отмеченных выше дефектов в соответствующих конечных элементах определяются приведённые модули упругости. Расчётная схема пролётного строения выполняется из балок, составленных из конечных элементов [3]. В результате расчёта по программе Scad определяются напряжения в опасных сечениях. По напряжениям определяются усилия в сечении балок по методике, изложенной в [3].

Список литературы

1. Залесов А.С. Расчёт трещиностойкости железобетонных конструкций по новым нормативным документам / А.С. Залесов, Т.А. Мухамедиев, Е.А. Чистяков // Бетон и железобетон. – 2002. – № 3.
2. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М., 2004.
3. Новиков Ю.М. Сравнительный анализ приближённых и точных методов определения усилий

в балках пролётных строений железобетонных мостов //Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2012. – № 1. – Усть-Каменогорск, 2012. – С. 68-73.

Получено 6.08.2013

УДК 553.411

А.Н. Родин, З.Н. Салимбаева

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА
И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ОТДЕЛОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

На протяжении последних десятилетий в экономически развитых странах наблюдается активное применение природного камня в промышленном и гражданском строительстве. Использование гранита превышает 500 млн м², а обороты в денежном эквиваленте составляют десятки миллиардов долларов. Натуральный камень добывается промышленным способом в большинстве стран мира [1].

Использование гранита, мрамора и других природных камней в народном хозяйстве в ближайшее десятилетие будет увеличиваться, что повлечет за собой увеличение мировой добычи природного камня. Выход нашей страны из затяжного экономического кризиса конца прошлого века повлек за собой увеличение роста строительства и потребления природного камня в Казахстане, но это не привело к промышленному развитию его добычи и обработки. В данный период времени более трети объема потребления природного камня обеспечивает иностранный поставщик. Вероятнее всего, если не принимать никаких попыток исправить положение, уже через 2-3 года иностранный производитель полностью вытеснит местных камнедобытчиков, и, в первую очередь, это будет производитель из Китая [1]. Решением данной проблемы может быть увеличение производительности казахстанских предприятий по добыче и обработке природного камня. Республика Казахстан располагает огромными запасами прочных горных пород, которые могут стать прочной сырьевой базой для производства облицовочных материалов и промышленных изделий [1].

Природные отделочные материалы обладают рядом ценных свойств, обуславливающих их широкое применение в качестве строительного материала: декоративность, долговечность, прочность, способность хорошо полироваться. Природный отделочный материал является одним из перспективных высококачественных строительных материалов [2, 3].

Цель работы заключалась в определении физико-механических свойств горных пород Восточного Казахстана и возможности их использования в качестве отделочного материала для облицовки современных зданий.

Предметом изучения в данной работе являются горные породы месторождений: Форпост-2 (серый гранит), Хайрюзовское (розовый гранит), Нижнечеремшанское (гранодиорит), Толстушинское (габбро).

Для определения прочности исходной горной породы (естественного камня) из камней-монолитов выпиливались образцы с ребром 50 мм.

Образцы после распиловки тщательно промывались и зашлифовывались. Для обеспечения плотного соприкосновения поверхностей образцов с подушками пресса при испытании две противоположные стороны каждого образца шлифовались.

Испытание образцов-кубиков девяти проб проводилось по программе, включающей следующие виды определения: прочности при сжатии в воздушно-сухом и водонасыщен-

ном состоянии до и после попеременного замораживания и оттаивания, прочности при изгибе на образцах-плиточках размером 120×50×10 мм, средней плотности, истинной плотности, пористости, водопоглощения, истираемости и морозостойкости.

Определение предела прочности при сжатии горной породы в воздушно-сухом и водонасыщенном состоянии и предела прочности при изгибе проводилось согласно требованиям ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе».

Оценку качества горной породы проводили: по ГОСТ 9479-98 «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий. Технические условия»; ГОСТ 9480-89 «Плиты облицовочные пиленные из природного камня. Технические условия»; ГОСТ 24099-80 «Плиты декоративные на основе природного камня. Технические условия»; ГОСТ 13087-81 «Бетоны. Методы определения истираемости»; ГОСТ 8269.0-97 «Щебень из естественного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний»; ГОСТ 7025-91 «Материалы стеновые и облицовочные. Методы определения водопоглощения и морозостойкости»; ГОСТ 6427-75 «Материалы стеновые облицовочные. Методы определения плотности»; ГОСТ 9479-84 «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий. Технические условия».

В соответствии с ГОСТ 9479-98 к горным породам предъявляются следующие требования:

- *габбро* – предел прочности при сжатии в сухом состоянии - не менее 80 МПа, коэффициент снижения прочности при насыщении водой - не менее 0,8; марка по морозостойкости - не менее F50;

- *гранит* - предел прочности при сжатии в сухом состоянии - не менее 80 МПа, коэффициент снижения прочности при насыщении водой - не менее 0,8, по морозостойкости - не менее F 50;

- *гранодиорит* - предел прочности при сжатии в сухом состоянии - не менее 80 МПа, коэффициент снижения прочности при насыщении водой - не менее 0,8, марка по морозостойкости - не менее F 50.

Определены следующие физико-механические характеристики: предел прочности в воздушно-сухом и водонасыщенном состоянии, предел прочности при изгибе, средняя и истинная плотность, пористость, водопоглощение, морозостойкость, истираемость. Проведенные испытания показали следующие результаты:

1. *Месторождение Форпост-2 (серый гранит):*

- средняя плотность - $2,64 \pm 2,80$ г/см³;
- истинная плотность - $2,69 \pm 2,83$ г/см³;
- пористость - $0,4 \pm 2,1$ %;
- водопоглощение - $2,65 \pm 0,77$ %;
- предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии - $80 \pm 136,2$ МПа;
- предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии - $70 \pm 120,8$ МПа;
- коэффициент снижения прочности в водонасыщенном состоянии - $0,85 \pm 0,93$;
- предел прочности при изгибе - $11,0 \pm 14,1$ МПа;
- морозостойкость - не менее F 50;
- потеря массы после испытания на истираемость - $0,72 \pm 1,84$ г/см².

2. *Участок Хайрюзовский (розовый гранит):*

- средняя плотность - $2,67 \pm 2,71$ г/см³;
- истинная плотность - $2,718 \pm 2,73$ г/см³;
- пористость - $0,8 \pm 1,7$ %;
- водопоглощение - $0,63 \pm 0,74$ %;
- предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии - $80 \pm 115,9$ МПа;

- предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии - $77,1 \div 106,0$ МПа;
- коэффициент снижения прочности в водонасыщенном состоянии - $0,85 \div 0,9$;
- предел прочности при изгибе - $10,1 \div 20,9$ МПа;
- морозостойкость - не менее F 50;
- потеря массы после испытания на истираемость - $0,44 \div 1,36$ г/см².

3. Участок Нижнечеремшанский (гранодиорит):

- средняя плотность - $2,8$ г/см³;
- истинная плотность - $2,93$ г/см³;
- пористость - $1,75$ %;
- водопоглощение - $0,61$ %;
- предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии - $84,8$ МПа;
- предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии - $79,84$ МПа;
- коэффициент снижения прочности в водонасыщенном состоянии - $0,94$;
- предел прочности при изгибе - $24,6$ МПа;
- морозостойкость - не менее F 50;
- потеря массы после испытания на истираемость - $0,65$ г/см².

4. Участок Толстушинский (габбро):

- средняя плотность - $2,67 \div 2,71$ г/см³;
- истинная плотность - $2,718 \div 2,73$ г/см³;
- пористость - $0,8 \div 1,7$ %;
- водопоглощение - $0,63 \div 0,74$ %;
- предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии - $80 \div 115,9$ МПа;
- предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии - $77,1 \div 106,0$ МПа;
- коэффициент снижения прочности в водонасыщенном состоянии - $0,85-0,9$;
- предел прочности при изгибе - $10,1 \div 20,9$ МПа;
- морозостойкость - не менее F 50;
- потеря массы после испытания на истираемость: $0,44 \div 1,36$ %.

Для определения декоративных свойств горных пород из представленных камней-монолитов были изготовлены образцы-пластинки размером $120 \times 50 \times 10$ мм, отшлифованы и отполированы.

Степень обрабатываемости каменного материала, способность к полированию являются весьма важными его технико-экономическими показателями [3].

Проведенные испытания показали, что доставленные пробы относятся:

1. Месторождение Форпост - 2 (серый гранит):

- 1) по пределу прочности при сжатии образцов-кубиков - к твердым породам;
- 2) по обрабатываемости - к 3 группе, трудных в обработке и полировке;
- 3) по степени декоративности - к среднедекоративным;
- 4) по рисунку и текстуре - к равномерно-зернистой, мозаичной структуре;
- 5) после полировки поверхность образцов приобрела лощеную фактуру с четко вы-

явленным рисунком камня и зеркальным блеском;

- 6) по цвету - пестрый, бело-серо-черный;

- 7) по области применения - к 1 группе, 1 подгруппе.

2. Участок Хайрюзовский (розовый гранит):

- 1) по пределу прочности при сжатии образцов-кубиков - к твердым породам;
- 2) по обрабатываемости - к 3 группе, трудных в обработке и полировке;
- 3) по степени декоративности - к среднедекоративным;

- 4) по рисунку и текстуре – к равномерно-зернистой, мозаичной структуре;
 - 5) после полировки поверхность образцов приобрела лощеную фактуру с четко выраженным рисунком камня и зеркальным блеском;
 - 6) по цвету - пестрый, розово-коричневый;
 - 7) по области применения – к 1 группе, 1 подгруппе.
3. Участок Нижнечеремшанский (гранодиорит):
- 1) по пределу прочности при сжатии образцов-кубиков - к твердым породам;
 - 2) по обрабатываемости - к 3 группе, трудных в обработке и полировке;
 - 3) по степени декоративности - к среднедекоративным;
 - 4) по рисунку и структуре – к неравномерно-зернистой, мозаичной структуре;
 - 5) после полировки - поверхность образцов приобрела лощеную фактуру с четко выраженным рисунком камня и зеркальным блеском;
 - 6) по цвету – пестрый, светло-серые включения, от светло-серого до темно-коричневого, мелкие черные включения;
 - 7) по области - к 1 группе, 1 подгруппе.
4. Участок Толстушинский (габбро):
- 1) по пределу прочности при сжатии образцов-кубиков - к твердым породам;
 - 2) по обрабатываемости - к 3 группе, трудных в обработке и полировке;
 - 3) по степени декоративности - к среднедекоративным;
 - 4) по рисунку и структуре – к сплошной, плотной, монолитной;
 - 5) после полировки поверхность образцов приняла лощеную фактуру с зеркальным блеском;
 - 6) по цвету - черный;
 - 7) по области применения - к 1 группе, 1 подгруппе.

Представленные пробы горных пород соответствуют требованиям ГОСТ 9479-98 по прочности, морозостойкости, декоративности.

Доставленные пробы горных пород имеют:

- предел прочности в воздушно-сухом состоянии - $80,0 \div 136,8$ МПа;
- в водонасыщенном состоянии - $70,0 \div 120,8$ МПа;
- коэффициент снижения прочности при насыщении водой - $0,83 \div 0,94$;
- предел прочности при изгибе - $10,1 \div 38,7$ МПа;
- морозостойкость - не менее F 50;
- средняя плотность - $2,64 \div 2,89$ г/см³;
- истинная плотность - $2,69 \div 2,93$ г/см³;
- пористость - $0,4 \div 2,1$ %;
- водопоглощение - $0,127 \div 0,77$ %;
- потеря массы при испытании на истираемость - $0,44 \div 1,84$ г/см².

По декоративности горные породы относятся к средне-декоративным, по обрабатываемости - к 3 группе, по назначению - для наружной и внутренней облицовки элементов зданий и сооружений. Проведенными исследованиями установлено, что представленные камни-монолиты могут быть использованы для производства отделочных изделий.

Список литературы

1. Ракишев Б.Р. Добыча блоков декоративного камня на карьерах Казахстана // Научно-технический и производственный журн. - 2011. - № 11.
2. Ракишев Б.Р. Техника и технология добычи гранитных блоков / Б.Р. Ракишев, Ю.Н. Бабин, В.Ф. Шерстюк и др. - М.: Недра, 1989. - 197с.
3. Рыбьев И.Д. Общий курс строительных материалов.

-
4. Сегунов В.Г. Облицовочные камни Казахстана / В.Г. Сегунов, В.Б. Рахман, А.Д. Дюсенбаев // Атлас-каталог. – Алма-Ата: Изд-во «Казахстан», 1978.
 5. Пискарев В.А. Декоративно-отделочные строительные материалы. – М: Высшая школа, 1977.

Получено 15.10.2013
