

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЙ
КЛАДКИ ЗДАНИЯ КОННО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА**

УДК 69.059
ГОУ ВПО «Южно-Уральский
государственный
университет», г. Челябинск

Трофимов Борис Яковлевич
Заведующий кафедрой «Строительные
материалы»,
доктор технических наук, профессор

Байбурин Альберт Халитович
Профессор кафедры «Технология строительного производства»,
кандидат технических наук

Позорелов Сергей Николаевич
Доцент кафедры «Строительные материалы», кандидат технических наук

Горбунов Сергей Павлович
Доцент кафедры «Строительные материалы», кандидат технических наук,

Байбурин Денис Альбертович
Магистрант кафедры «Строительные конструкции и инженерные сооружения»

Конно-спортивный комплекс (КСК) «Кременкуль» (рис.1, 2) построен в г. Челябинске согласно проектной документации ОАО «Агропромпроект», разработанной по соответствующим нормам [1].

По проекту предусматривалось устройство наружных стен блока конюшен и облицовка наружных стен комплекса из полнотелого лицевого кирпича марки КОЛПо 1НФ/125/2,0/35 по ГОСТ 530 на растворе М50. Фактически наружные стены манежа сделаны из полистиролбетонных блоков со средней плотностью Д600, облицованы снаружи лицевым пустотелым кирпичом марки КОЛПу 1НФ/125/1,4/50, изнутри покрыты улучшенной цементно-песчаной штукатуркой М50 по сетке №20-2,0. Наружные стены конюшни с галереей индивидуального теплового пункта и хозяйственно технический блок ИТП выполнены из кирпича рядового пустотелого марки КУРПу 1,4НФ/125/1,4/25 и облицованы лицевым пустотелым кирпичом марки КОЛПу 1НФ/125/1,4/50. Изнутри стены этих помещений покрыты простой штукатуркой из цементно-песчаного раствора М50. Поставщиком кирпича являлся Челябинский завод стройиндустрии ОАО «Кемма».

Повреждения кладки, выявленные обследованием, сводятся к обильным высолом на отдельных участках кладки и частичному разрушению в виде отслоений лицевой грани кирпичей цвета «слоновая кость» толщиной 5–10 мм. Повреждения обнаружены в верхних выступающих рядах кладки южного фасада манежа по оси «А», на выступающих декоративных элементах южного фасада галереи в осях 19-А-Е и северного фасада ИТП блока конюшен в осях В-Г/1 (рис.3). Выявлено, что разрушения начались после проведения внутренних штукатурных работ, при которых были включены отопительные приборы и на-

Предотвращение аварий зданий и сооружений

гнетающие тепловентиляторы. Смонтированная вентиляция работала по приточной схеме, начиная с декабря 2008 года, а разрушение облицовочного кирпича цвета «слоновая кость» было обнаружено в феврале 2009 года.

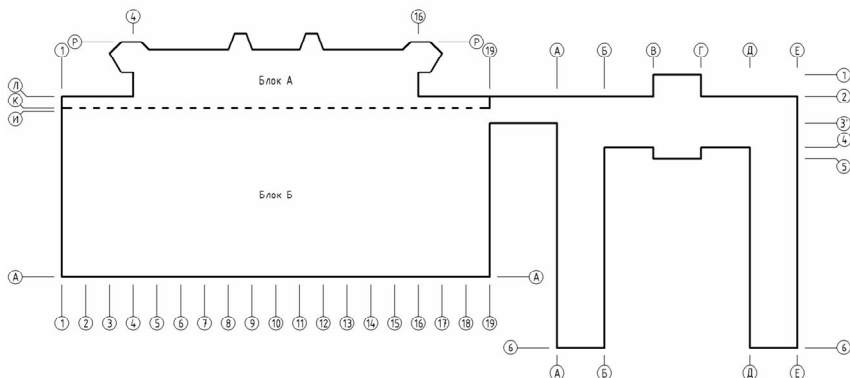


Рис. 1. План КСК «Кременкуль»

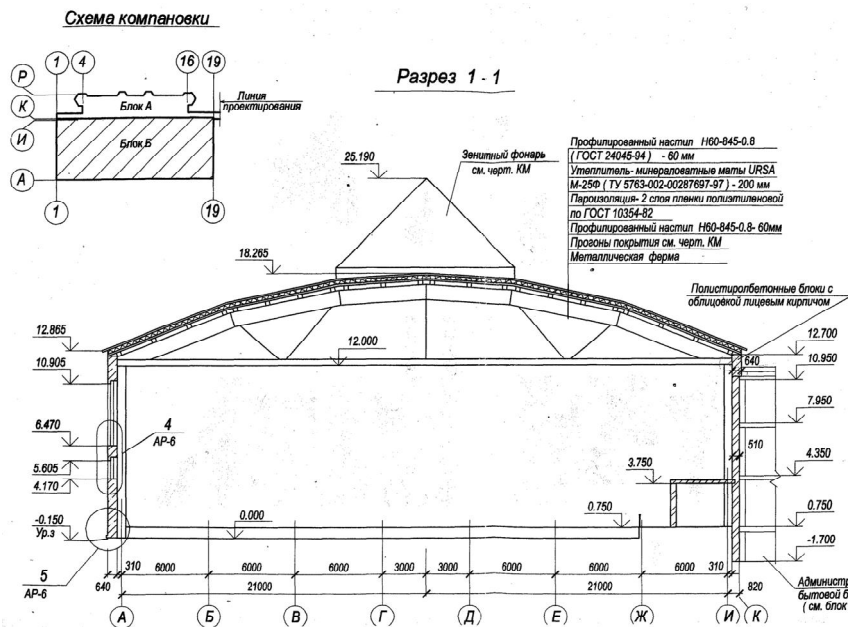


Рис. 2. Разрез КСК «Кременкуль» в осях А-К

Было установлено, что под действием избыточного давления внутри помещений манежа и конюшни воздух с повышенным содержанием водяных паров начал интенсивно проникать в стены и проходить через них. Водяные пары внутри стены конденсировались, насыщались растворимыми солями, растворы частично доходили до наружной поверхности стены, где вода испарялась, а растворённые в ней соли откладывались на поверхности стены, образуя высолы. Нужно отметить, что более интенсивно высолы образовались на тычковых рядах кирпичной кладки из красного кирпича. В этих рядах меньше число и общая толщина прослоек строительного раствора, паропроницаемость которого меньше, чем у красного кирпича.



Рис. 3. Повреждения кладки стены блока конюшен в осях Г-Д/4

В процессе научно-исследовательских работ были проведены испытания кирпичей с завода «Кемма» и со стройплощадки на наличие известковых включений, высолообразование, водопоглощение, коэффициент размягчения, морозостойкость, сорбционную влажность, паропроницаемость. Также отбирались фрагменты разрушающихся кирпичей для испытаний на водопоглощение, паропроницаемость, сорбционную влажность, наличие водорастворимых солей и известковых включений.

Глины и граншлак, используемые для производства кирпича, имеют переменный химический состав. Содержание щелочных соединений калия и натрия, дающих растворимые соли, может варьировать довольно в широких пределах, причем глины и шлак, используемые для изготовления кирпича «слоновая кость», имеют содержание щелочных соединений меньше, чем глины для красного кирпича, то есть высолы более вероятны на красном кирпиче [2].

В результате расшифровки рентгенограмм высолов (рис.4) обнаружены следующие соединения: Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , $(\text{K},\text{Na})_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В составе высолов присутствуют безводные соли калия и натрия, а также гидроксид кальция.

Расшифровка дериватограмм показала следующее: высолы имеют значительные потери массы около 100°C , что соответствует основным потерям воды из водных солей, остаточная вода теряется при температуре до 600°C . Свыше 600°C начинается плавление имеющихся солей. Гидроксид кальция разлагается при температуре около 550°C с потерями массы в виде воды. Таким образом, состав высолов представлен простыми водными солями натрия: Na_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, водной двойной солью $(\text{K},\text{Na})_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а также гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

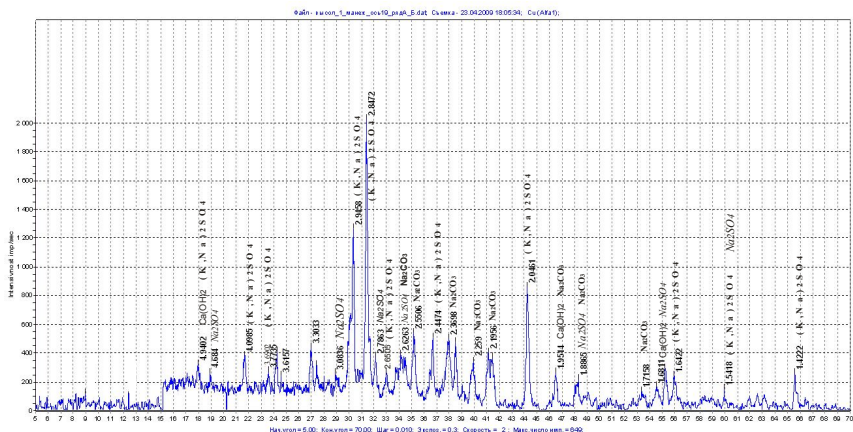


Рис. 4. Рентгенограмма высола (манеж в осях 19/А-Б)

Из результатов определения влажности кирпича в кладке следует, что кирпич «слоновая кость» характеризуется большей влажностью, причём она увеличивается по направлению к внешней стороне стены. В наружной части стены влажность составляет более 9% по массе, тогда как водопоглощение этого кирпича составляет 12-14%, то есть достигается почти полное водонасыщение. Влажность красного керамического кирпича значительно меньше и к наружной стороне стены она уменьшается. Отсюда можно предположить, что паропроницаемость красного кирпича существенно ниже, чем у кирпича цвета «слоновая кость», поэтому при одинаковых условиях влажность красного кирпича уменьшается, а бежевого – увеличивается. Накопление влаги и её замерзание при отрицательных температурах вызвало послойное разрушение кирпича «слоновая кость», глубина повреждения достигает 5-20 мм. Вместе с тем красный кирпич, расположенный рядом, не разрушается, но покрывается обильными высолом, что подтверждает его высокую паропроницаемость.

По результатам термического анализа следует, что высолы из кладочного раствора состоят из гидроксида и карбоната кальция. Следовательно, подтверждаются данные об отсутствии противоморозных и других добавок в кладочном растворе (хлориды, нитраты, нитриты) отсутствуют). Состав высолов определяется тем, что при твердении строительного раствора в результате гидратации цемента, главным образом его основного минерала – алита $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, образуется ограниченно растворимый гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который выносится с водяными парами на наружную поверхность стены, где остаётся в виде белого налёта. Со временем гидроксид кальция переходит с карбонат кальция CaCO_3 под действием углекислого газа воздуха.

Определение предела прочности проводили на кирпичах, отобранных на строящемся объекте КСК. Для определения коэффициента размягчения керамических кирпичей образцы перед испытанием насыщались водопроводной водой в течение 48 часов. По прочностным характеристикам оба вида кирпичей соответствуют марке М125. Водонасыщение образцов кирпичей не приводит к существенному снижению их прочности. По результатам испытания образцов прочность при сжатии кладочного раствора составила 8,24 МПа, что соответствует проектной марке кладочного раствора М50. Прочность при сжатии штукатурного раствора составила 3,29 МПа, что не соответствует проектной марке М50.

Определение наличия известковых включений и высолообразования на поверхностях кирпичей проводилось по ГОСТ 530 [3]. Испытаниям подвергались кирпичи, отобранные на объекте, а также фрагменты лицевых поверхностей кирпича «слоновая кость», отобранные в местах разрушения кирпичной кладки. Из полученных результатов следует, что известковые включения во всех испытанных образцах отсутствуют. Через 7 суток капиллярного подсоса дистиллированной воды и последующего высушивания при температуре 100 °С на трех из пяти кирпичах типа «слоновая кость» появились высолы в виде локальных пятен белого цвета, в том числе на поверхностях пустот. Следует также отметить, что химический состав высолов на кирпичах «слоновая кость» совпадает с составом высолов, отобранных со стены. На образцах красного кирпича высолов не обнаружено.

Морозостойкость кирпича определялась по ГОСТ 7025 путем объемного замораживания образцов при их ручном перемещении из холодильной установки в среду оттаивания. Испытанию подвергались образцы, отобранные с завода и не имеющие дефектов. Кирпич керамический красный соответствует марке по морозостойкости F25, кирпич керамический «слоновая кость» соответствует марке по морозостойкости F50.

Тепло-влажностные расчеты [4] наружных стен были выполнены для двух влажностных режимов помещения: нормального (на стадии эксплуатации манежа) и влажного (на стадии проведения мокрых отделочных работ). По результатам расчетов установлено следующее. Во всех рассмотренных вариантах есть зоны возможной конденсации, увлажнению подвержена половина слоя лицевого кирпича толщиной 65 мм. В помещении манежа на стадии эксплуатации, при поддержании нормативных параметров микроклимата, обеспечивающих нормальный влажностный режим, водяные пары, прошедшие через слои ограждения до зоны возможной конденсации, выходят из нее. Накопления влаги в конструкции не ожидается. В помещении манежа на стадии проведения мокрых отделочных работ (влажный режим) водяные пары, прошедшие через слои ограждения до зоны возможной конденсации, выходят из нее. Накопления влаги в конструкции не происходит.

В помещении конюшни на стадии эксплуатации, при поддержании нормативных параметров микроклимата, обеспечивающих нормальный влажностный режим, в слое лицевого кирпича происходит накопление влаги и повышение весовой влажности в нормативных пределах. В помещении конюшни на стадии проведения мокрых отделочных работ, при влажном режиме, в слое лицевого кирпича происходит накопление влаги и повышение весовой влажности. На стадии проведения мокрых отделочных работ в помещении конюшни при отсутствии штукатурки, при расчете влажного режима, количество водяных паров, прошедших через слои ограждения до зоны возможной конденсации, увеличивается, так как уменьшено сопротивление паропроницанию.

На момент обследования среди дефектов возведения каменной кладки отмечено выполнение некоторых конструктивных узлов с отступлениями от проекта; отсутствие защиты выступающих частей декоративных элементов кладки и парапетов; отсутствие подоконных сливов на здании АБК; установка карнизных фартуков без отгибов-капельников, нарушения требований норм при устройстве примыкания кровельного ковра к стенам; выполнение вертикальной штрабы без закладки арматурной сетки. Зафиксировано также соприкосновение кладки с грунтом и увлажнение нижних рядов кладки.

Повреждения кладки сводятся к обильным высолам, намоканию кладки карнизов и нижних рядов, разрушению облицовки кладки вследствие циклического замораживания во влажном состоянии. На основании проведённых исследований выявлено, что причинами разрушения кирпича «слоновая кость» являются особенности его свойств и насыщение водой, как за счёт атмосферных воздействий, так и вследствие недостаточной паропроницаемости. Особенно интенсивно происходило насыщение кирпича водой в период нанесения мокрой штукатурки при работающем на нагнетание тепловом генераторе. В этот момент зона конденсации водяных паров распространялась почти на всю ширину кирпичной кладки, и при отрицательной наружной температуре создавались условия для роста ледяных кристаллов в кирпиче. Отобранные из кладки кирпичи показали высокую влажность, в некоторых зонах приближающуюся к водопоглощению кирпича. Установлено также, что кирпич имеет существенный разброс в показателях некоторых свойств, и в отдельные зоны кладки попал кирпич низкой морозостойкости.

Повреждения карнизных участков кладки южного фасада манежа по оси «А», кроме того, связаны с увлажнением кладки вследствие дефектов устройства кровли (нарушением технологии устройства мембраны изоспана-АМ). Повреждения нижних рядов кладки декоративных элементов стены произошли от намокания при контакте с грунтом, который пригребался в процессе выполнения благоустройства окружающей территории.

Таким образом, к повреждениям кладки привел комплекс причин, связанных с недостаточной проработкой проектных решений, отступлениями от проекта, применением некачественного кирпича, нарушениями технологии каменных работ, неблагоприятным температурно-влажностным режимом эксплуатации кладки после включения отопительных приборов и дополнительных тепловентиляторов при отсутствии вытяжной вентиляции.

Комплекс восстановительных мероприятий по зданию манежа включал: переделку кровли и установку дополнительных карнизных элементов, защиту выступающих частей кладки гидроизоляционным раствором и парапетов оцинкованными фартуками. На южных фасадах блока конюшен предусматривались: увеличение выноса карнизных фартуков, организация водосливов, сплошной ремонт декоративных элементов кладки церезитовой штукатуркой, облицовка нижних рядов кладки гранитным плитняком, защита выступающих частей кладки и парапета. На северном фасаде теплового пункта рекомендовалось: устройство дополнительного вентиляционного отверстия для монтажа вытяжного вентилятора, сплошной ремонт поврежденных элементов кладки церезитовой штукатуркой, защита выступающих частей кладки и парапетов. Высолы удалялись специальными средствами и технологиями после высушивания кладки и стабилизации влажности кирпича.

Библиографический список

1. НТП-АПК 1.10.04.003-03 Нормы технологического проектирования конно-спортивных комплексов / ФГУП РосНИПИагропром, 2004.
2. Методические указания по испытанию глинистого сырья для производства обыкновенного и пустотелого кирпича, пустотелых керамических камней и дренажных труб. – М.: ВНИИСтром, 1975. – 89 с.
3. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камни керамические. Технические условия.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий/ Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2004. – 140 с.