



Исследование причин аварийных протечек мягкой кровли из полимочевины

¹НУГУЖИНОВ Жмагул Смагулович, д.т.н., профессор, kazmirr@mail.ru,

^{1*}КРОПАЧЕВ Петр Александрович, к.т.н., доцент, kropachev-54@mail.ru,

¹ТОКАНОВ Данияр Токанович, к.т.н., доцент, tokanov-daniyar@mail.ru,

¹ТАЖЕНОВА Гульзада Даулетхановна, к.т.н., доцент, gulzada_2604@mail.ru,

¹РАХИМОВ Асхат Муратович, PhD, доцент, rakhimov.askhat@gmail.com,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. С целью выявления причин аварийных протечек в кровле зданий Республиканского научного центра нейрохирургии в г. Нур-Султане выполнено комплексное исследование поврежденных конструкций. При капитальном ремонте мягкой кровли указанных зданий было применено новое гидроизоляционное покрытие из полимочевины. В процессе комплексного исследования мягкой кровли из полимочевины осуществлены подготовительное, общее и детальное инструментальное обследование, теплотехнический расчет конструкции. В рамках действующих в РК норм выполнены инспекция и испытания конструкции на месте. В результате комплексного исследования мягкой кровли из полимочевины выявлены характерные дефекты и повреждения элементов конструкции, причины их возникновения и развития. На основе анализа характера и причин возникновения дефектов и повреждений дана оценка фактического технического состояния мягкой кровли из полимочевины. Предложены оптимальное решение и рекомендации по восстановлению эксплуатационной пригодности конструкции. Даны рекомендации по ее капитальному ремонту согласно плану производства работ «Система Masterseal M811», разработанному фирмой BASF.

Ключевые слова: мягкая кровля, полимочевина, комплексное исследование, инструментальное обследование, инспекция и испытания на месте, дефекты, повреждения, теплотехнический расчет конструкции.

В комплексе зданий Республиканского научного центра нейрохирургии в г. Нур-Султане (далее – Объекта) после проведения капитально-

го ремонта мягкой кровли с устройством нового, более надежного гидроизоляционного покрытия на основе полимочевины появились проблемы в

виде многочисленных дефектов и повреждений. Указанное покрытие, выполненное в виде высокопрочной эластичной пленки, которая образуется напылением высокореактивной двухкомпонентной системы на поверхность, несмотря на достаточную толщину, гибкость и монолитность, все же привело к аварийным протечкам в первый же сезон атмосферных осадков.

В связи с этим проведено комплексное исследование проблемных участков мягкой кровли на Объекте, основной целью которого были: выявление причин аварийных протечек, оценка технического состояния конструкции и выбор оптимального решения по восстановлению ее эксплуатационной пригодности с разработкой соответствующих рекомендаций. Комплексное исследование проведено аккредитованной организацией – научно-исследовательским, экспертным и проектно-изыскательским Казахстанским многопрофильным институтом реконструкции и развития при Карагандинском техническом университете, в рамках соответствующего договора с владельцем Объекта.

Комплексное исследование эксплуатационной пригодности мягкой кровли на Объекте состояло из следующих этапов:

- подготовительное обследование;
- общее и детальное инструментальное обследование;
- теплотехнический расчет конструкции;
- исследование и анализ характера дефектов и повреждений, причин их возникновения;
- выбор стратегии и разработка соответствующих рекомендаций по восстановлению эксплуатационной пригодности.

Подготовительное обследование включило работы по сбору и анализу исходных данных по Объекту, в том числе – изучению архивных материалов, нормативно-технических документов, по которым велись проектирование, устройство и эксплуатация мягкой кровли.

Общее и детальное инструментальное обследование мягкой кровли на Объекте включало:

- идентификацию и анализ фактически исполненных конструктивных решений;
- тотальную инспекцию на месте с фотофиксацией выявленных на момент проведения работ дефектов и повреждений в конструкции и сопряжениях кровли;
- вскрытие и испытания на месте выборочных участков конструкции для проведения детального инструментального обследования, включая идентификацию состава, измерения толщины слоев и влажности утеплителя;
- геодезические измерения по определению фактической величины уклонов кровли.

Теплотехнический расчет мягкой кровли осуществлен с учетом фактических данных, полученных при ее подготовительном, общем и детальном инструментальном обследовании.

Выбор стратегии и разработка соответствующих

рекомендаций по восстановлению эксплуатационной пригодности мягкой кровли на Объекте выполнены на основе анализа совокупных результатов комплексного исследования. В первую очередь – характера и объемов дефектов и повреждений, причин их возникновения, а также опыта мировых и отечественных исследований данной проблемы, в том числе собственной практики авторов исследования [1-4].

Подготовительное обследование проведено согласно требованиям действующих норм [5]. Анализ результатов подготовительного обследования показал, что фактически установленный состав мягкой кровли на Объекте соответствует рабочему проекту [6] и включает:

- гидроизоляционный ковер из полимочевины «Elastocoat»;
- цементно-песчаную стяжку переменной толщиной $t = 50-200$ мм;
- гидроизоляционную мембрану;
- утеплитель «Simplolit» D160 толщиной $t = 160-200$ мм;
- пароизоляцию – полиэтиленовую пленку.

Основанием мягкой кровли служит предусмотренная рабочим проектом монолитная железобетонная плита толщиной $t = 200$ мм.

Необходимо отметить, что согласно действующему в Казахстане технологическому регламенту [7] основанием для полимочевины должен служить бетон с прочностью на сжатие не менее 20 МПа и когезионной прочностью (на отрыв) – не менее 1,5 МПа. Между тем в процессе комплексного исследования мягкой кровли на Объекте установлено, что согласно рабочему проекту основанием для полимочевины предусмотрена и фактически исполнена цементно-песчаная стяжка.

Общим визуальным и детальным инструментальным обследованием конструкций мягкой кровли на Объекте согласно действующим нормам [5] были выявлены многочисленные характерные дефекты и повреждения, такие как:

1. Скопление инородных предметов под полимерным покрытием, образование поверхностных и сквозных кратеров, свидетельствующие о некачественной подготовке основания, что не соответствует требованиям п. 5.2 [7].
2. Застой воды в связи с отсутствием требуемого уклона к водоприемным воронкам (см. рисунок 1).

Кроме того, по результатам геодезической съемки кровли установлены уклоны, не соответствующие нормативным требованиям [8], а именно:

- блоки 2, 3 – $\angle_{\text{факт}} = 0,02...1,45\% < \angle_{\text{мин}} = 1,5...25\%$;
- блок 9 – $\angle_{\text{факт}} = 0,02...1,49\% < \angle_{\text{мин}} = 1,5...25\%$;
- блок 13 – $\angle_{\text{факт}} = 1,36...1,41\% < \angle_{\text{мин}} = 1,5...25\%$;
- блок 14 – $\angle_{\text{факт}} = 0,03...1,46\% < \angle_{\text{мин}} = 1,5...25\%$.

3. Отслоение гидроизоляционного ковра, образование в его слоях отдельных вздутий, наполненных воздухом или водой; неровная поверхность цементно-песчаной стяжки (см. рисунок 2).



Рисунок 1 – Характерный дефект в виде застоя воды по причине отсутствия соответствующего уклона к водоприемным воронкам

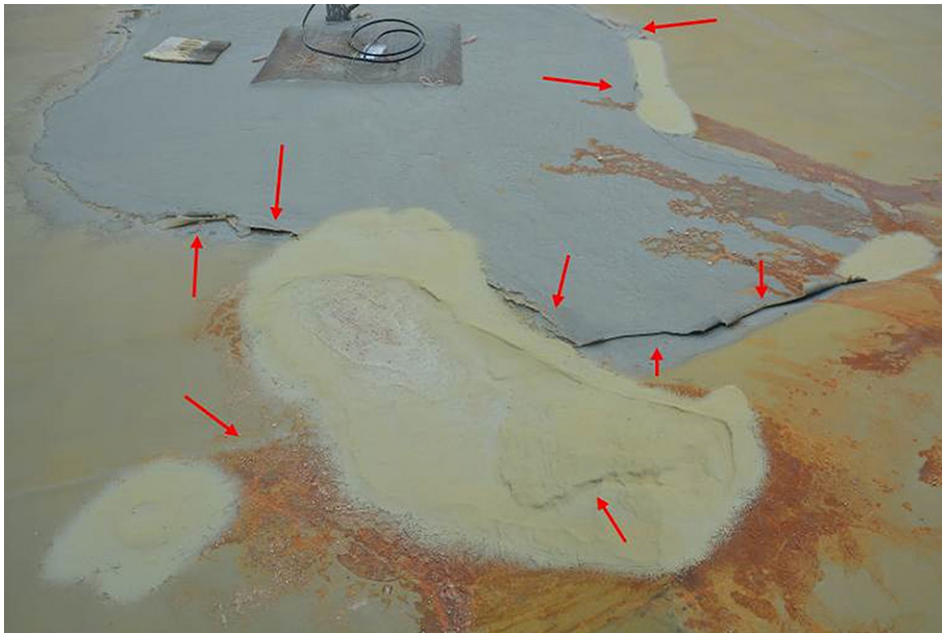


Рисунок 2 – Характерные дефекты в виде образования в слоях гидроизоляционного ковра отдельных вздутий, наполненных воздухом или водой

4. Участок перехода нового слоя гидроизоляционного ковра поверх существующего участка выполнен не по регламенту – отсутствует клинообразность области перекрытия шириной 30 см, которая необходима во избежание чрезмерного нарастания покрытия (см. рисунок 3).

5. Изменение цвета полимочевинного покрытия с серого на светло-зеленый (см. рисунки 2, 3). Данный дефект связан с нарушением технологии нанесения полимочевины: не обеспечено правильное соотношение компонентов. Для полиольного компонента рекомендуется использование специальных перемешивающих устройств, которые обеспечивают равномерность распределения пигмента в системе и, как следствие, правильное соотношение компонентов.

6. Многочисленные участки с повреждением целостности верхнего слоя кровельного ковра из полимочевины «Elstocoat» с образованием трещин.

В процессе комплексного исследования мягкой кровли на Объекте было произведено вскрытие выборочных участков (см. рисунок 4).

Исследования и испытания контрольных вскрытий на месте выявили следующие значительные дефекты, повреждения и отклонения от проекта:

- недопустимые сквозные и поверхностные кратеры с образованием отверстий на гидроизоляционном ковре из полимочевины, в результате чего происходит протекание влаги атмосферных осадков через тело полимочевины (см. рисунок 5);



Рисунок 3 – Характерный дефект кровли: участок перехода нового слоя поверх существующего участка выполнен не по регламенту – отсутствует клинообразность области перекрытия

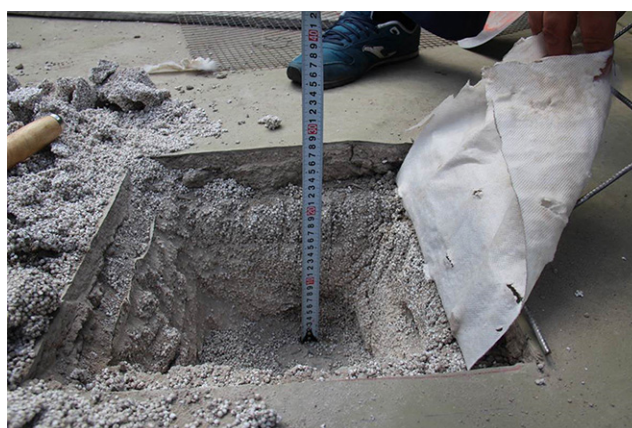


Рисунок 4 – Общий вид контрольных вскрытий мягкой кровли на выборочных участках

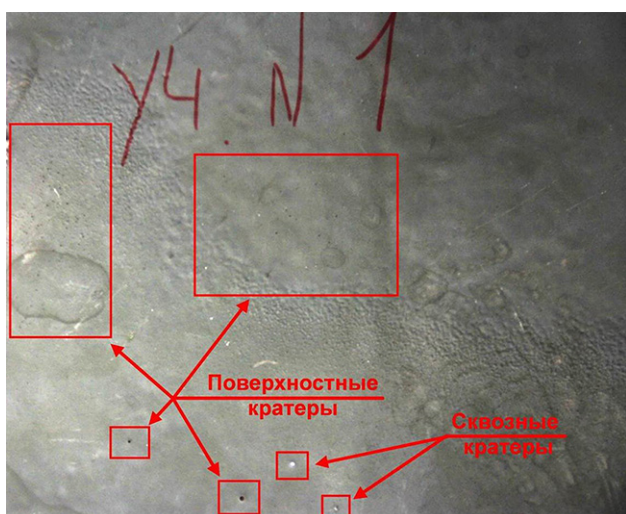


Рисунок 5 – Сквозные и поверхностные кратеры на гидроизоляционном ковре из полимочевины, в результате чего происходит затекание атмосферных осадков

- на лицевой части покрытия из полимочевины наблюдаются участки с многочисленными вздутиями;
- покрытие из полимочевины отслаивается от основания без приложения какого-либо усилия, отсутствует адгезия полимочевины;
- сетка арматурная ВР-4 с ячейками 150-150 мм находится на дне цементно-песчаной стяжки;
- между бетонным основанием и изоляцией из полиэтилена отсутствует мастика;
- фактическая влажность утеплителя составляет $W = 95,6-99,9\%$;
- основанием для полимочевины служит цементно-песчаная стяжка, что не соответствует требованиям действующих норм [7].

По результатам теплотехнического расчета мягкой кровли на Объекте установлено, что точка росы приходится на границе утеплителя и в слое бетонной стяжки, то есть на этих участках происходит образование конденсата. Результаты теплотехнического расчета представлены на рисунке 6.

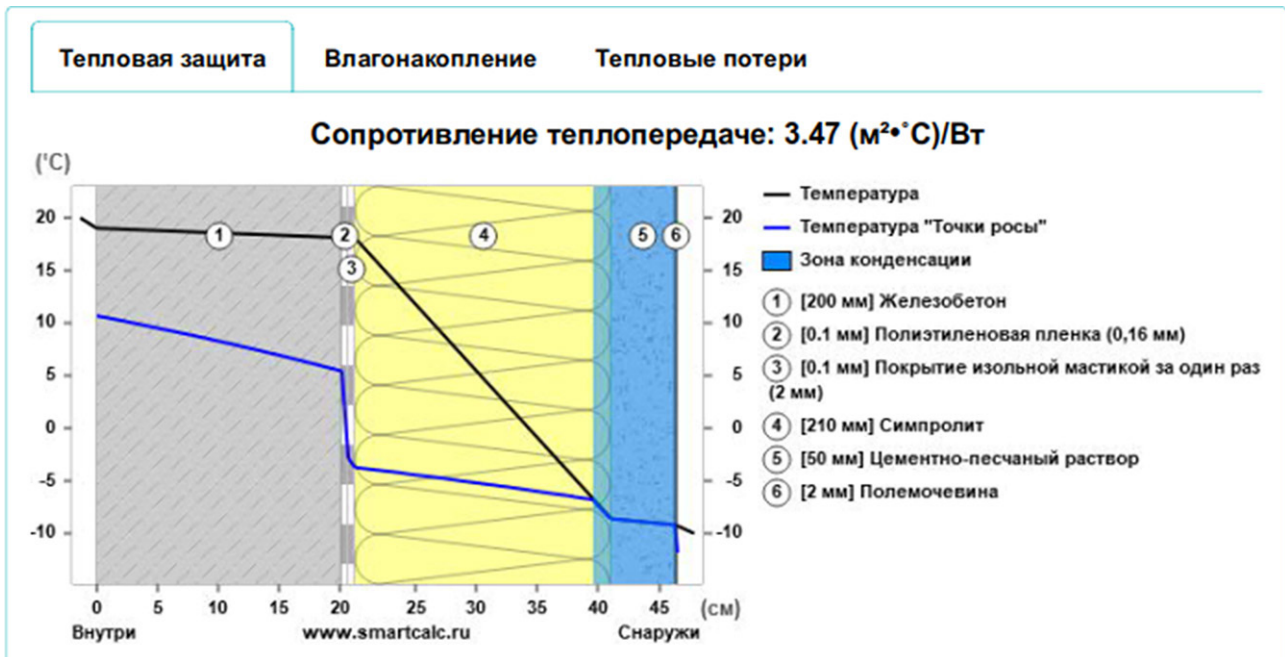


Рисунок 6 – Результаты теплотехнического расчета мягкой кровли на Объекте

В связи с вышеизложенным, потребовалось выполнение вентиляции гидроизоляционного покрытия на основе полимочевины с помощью кровельных аэраторов, что не было отражено в рабочем проекте и, как следствие, не было исполнено.

Выводы

Исходя из анализа совокупных результатов проведенного комплексного исследования, фактическое техническое состояние мягкой кровли на Объекте, выполненной с гидроизоляционным покрытием на основе полимочевины, оценено как аварийное.

Установлено, что основными причинами возникновения и дальнейшего развития дефектов и повреждений указанной конструкции явились следующие нарушения нормативных требований по ее устройству [7]:

1. Основанием гидроизоляционного покрытия служит цементно-песчаная стяжка вместо требуемого нормами бетонного основания с прочностью на сжатие не менее 20 МПа и когезионной прочностью не менее 1,5 МПа.

2. При подготовке основания и устройстве гидроизоляционного покрытия в нарушение требований норм:

- поверхность основания не была очищена, зашлифована и продута сжатым воздухом, перед нанесением покрытия из полимочевины была недостаточно просушена;

- допущены скопление влаги в результате

образования конденсата и аварийных протечек через сквозные кратеры на гидроизоляционном ковре в порах основания, миграция паров влаги при напылении органических компонентов;

- не осуществлялся контроль температурного режима напыляемого состава;

- не было обеспечено правильное соотношение компонентов при нанесении полимочевины;

- уклоны кровли на отдельных участках выполнены недостаточными ($\angle_{\text{факт}} = 0,02...1,49\% < \angle_{\text{мин}} = 1,5...25\%$);

- отсутствие кровельных аэраторов при том, что на границе утеплителя и в слое бетонной стяжки происходит образование конденсата.

На основе результатов комплексного исследования для восстановления эксплуатационной пригодности мягкой кровли на Объекте даны рекомендации по капитальному ремонту конструкции согласно плану производства работ по применению гидроизоляционной системы Masterseal M811, разработанной фирмой BASF. Перед нанесением гидроизоляционной системы Masterseal M811 необходимо выполнить проверку качества бетонного основания для гидроизоляции на соответствие требованиям действующих норм [7] по прочности на сжатие и на отрыв. На участках при меньших показателях прочности требуется замена основания путем разборки и последующего восстановления бетонного основания. Капитальным ремонтом рекомендуется предусмотреть вентиляцию мягкой кровли на Объекте путем установки аэраторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. – М.: ЦНИИПромзданий, 2001. – 101 с.
2. Инструкция по инструментальному контролю при приемке в эксплуатацию законченных строительством и капитально отремонтированных жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1987. – 119 с.
3. Нугужинов Ж.С., Фендт Б.Э., Нэмен В.Н. Обследование и реконструкция зданий и сооружений. – Алматы: Гылым, 1998. – 315 с.
4. Техническое заключение по экспертному обследованию, оценке технического состояния и разработке рекомендаций по дальнейшей эксплуатации строительных конструкций зданий блоков 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 объекта «Республиканский научный центр нейрохирургии» в г. Астана. – Караганда: КарГТУ, 2014. – 78 с.
5. СП РК 1.04-101-2012 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений». – Астана: KAZGOR, 2015. – 80 с.
6. Рабочий проект на капитальный ремонт здания АО «Республиканский научный центр нейрохирургии» в г. Астана. – Караганда: КарГТУ, 2014. – 57 с.
7. ТКSN РК 8.07-06-2017 Технологическая карта на устройство напыляемой гидроизоляции покрытий полимочевинной. – Астана: Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию РК, 2017. – 41 с.
8. СП РК 3.02-137-2013 Крыши и кровли. – Астана: KAZGOR, 2015. – 51 с.

Полинесепнәрдан жасалған жұмсақ шатырдың апаттық ағу себептерін зерттеу

¹**НУГУЖИНОВ Жмагул Смагулович**, т.ғ.д., профессор, kazmirr@mail.ru,

¹***КРОПАЧЕВ Петр Александрович**, т.ғ.к., доцент, kropachev-54@mail.ru,

¹**ТОКАНОВ Данияр Токанович**, т.ғ.к., доцент, tokanov-daniyar@mail.ru,

¹**ТАЖЕНОВА Гульзада Даулетхановна**, т.ғ.к., доцент, gulzada_2604@mail.ru,

¹**РАХИМОВ Асхат Муратович**, PhD, доцент, rakhimov.askhat@gmail.com,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Нұр-Сұлтан қаласындағы Республикалық нейрохирургия ғылыми орталығы ғимарат шатырларының апаттық ағу себептерін анықтау мақсатында, зақымдалған құрылмаларды кешенді зерттеу жүргізілді. Көрсетілген ғимараттардың жұмсақ шатырын күрделі жөндеу барысында полинеспнәрдан жасалған жаңа гидрооқшаулағыш жабынды пайдаланылды. Полинеспнәрдан жасалған жұмсақ шатырды кешенді зерттеу барысында дайындық, жалпы және тыңғылықты аспаптық тексеру, құрылманың жылутехникалық есебі жүргізілді. Қазақстан Республикасының қолданыстағы нормалары аясында құрылмаға өз орнында тексеріс пен сынақтар жүргізілді. Полинеспнәрдан жасалған жұмсақ шатырды кешенді зерттеу нәтижесінде, құрылма элементтерінің сипатты ақаулары мен зақымдалуы, олардың пайда болуы мен даму себептері анықталды. Ақаулар мен зақымдалулардың сипаты мен себептерін зерттеу негізінде полинеспнәрдан жасалған жұмсақ шатырдың нақты техникалық күйіне баға берілді. Құрылманың пайдалану жарамдылығын қалпына келтіру бойынша оңтайлы шешімдер мен кеңестер ұсынылды. BASF фирмасы құраған «Mastertech M811 жүйесі» жұмыс жүргізу жоспарына сәйкес оның күрделі жөндеуіне қатысты кеңестер берілді.

Кілт сөздер: жұмсақ шатыр, полинеспнәр, кешенді зерттеу, аспаптық тексеру, өз орнында тексеріс пен сынақтар, ақаулар, зақымдалулар, жылутехникалық есеп.

Exploration the Causes of Emergency Leaks of a Soft Polyurea Roof

¹**NUGUZHINOV Zhmagul**, Dr. Tech. Sci., Professor, kazmirr@mail.ru,

¹***KROPACHEV Pyotr**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, kropachev-54@mail.ru,

¹**TOKANOV Daniyar**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, tokanov-daniyar@mail.ru,

¹**TAZHENOVA Gulzada**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, gulzada_2604@mail.ru,

¹**RAKHIMOV Ashat**, PhD, Associate Professor, rakhimov.askhat@gmail.com,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. A comprehensive study of the damaged structures in order to investigate causes of emergency leaks of soft roofs was carried out in the buildings of the Republican Scientific Center of Neurosurgery in Nur-Sultan. While major overhaul of soft roofs of the specified buildings there were covered with new polyurea waterproofing coating. During the comprehensive study of soft polyurea roof, preliminary, general and detailed instrument-aided survey, thermotechnical calculation of a structure were carried out. Within the frames of regulations current in RK, on-site inspection and tests of the structure were carried out. As a result of a comprehensive study of a soft polyurea roof, characteristic defects

and damage to structural elements, the reasons for their occurrence and development were revealed. Based on the analysis of the nature and causes of defects and damage, an assessment of the actual technical state of the soft polyurea roof is given. An optimal solution and recommendations for restoring of the structure's operational serviceability are proposed. Recommendations are given for its overhaul according to the work performance plan «Masterseal M811 System» developed by BASF.

Keywords: *soft roof, polyurea, comprehensive study, instrument-aided survey, on-site inspection and tests, defects and damage, thermotechnical calculation of a structure.*

REFERENCES

1. Rekomendacii po ocenke nadezhnosti stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij po vneshnim priznakam. – Moscow: CNIIPromzdaniy, 2001. – 101 p.
2. Instrukciya po instrumental'nomu kontrolyu pri priemke v ekspluataciju zakonchennyh stroitel'stvom i kapital'no otremontirovannyh zhilyh zdaniy. – Moscow: Strojizdat, 1987. – 119 p.
3. Nuguzhinov ZH.S., Fendt B.E., Nemen V.N. Obsledovanie i rekonstrukciya zdaniy i sooruzhenij. – Almaty: Gylym, 1998. – 315 p.
4. Tekhnicheskoe zaklyuchenie po ekspertnomu obsledovaniyu, ocenke tekhnicheskogo sostoyaniya i razrabotke rekomendacij po dal'nejshej ekspluatacii stroitel'nyh konstrukcij zdaniy blokov 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ob"ekta «Respublikanskij nauchnyj centr nejrohirurgii» v g. Astana. – Karaganda: KarGTU, 2014. – 78 p.
5. SP RK 1.04-101-2012 «Obsledovanie i ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzhenij». – Astana: KAZGOR, 2015. – 80 p.
6. Rabochij proekt na kapital'nyj remont zdaniya AO «Respublikanskij nauchnyj centr nejrohirurgii» v g. Astana. – Karaganda: KarGTU, 2014. – 57 p.
7. TKSН RK 8.07-06-2017 Tekhnologicheskaya karta na ustrojstvo napylyaemoj gidroizolyacii pokrytij polimochevinoj. – Astana: Komitet po delam stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva Ministerstva po investiciyam i razvitiyu RK, 2017. – 41 p.
8. SP RK 3.02-137-2013 Kryshi i krovli. – Astana: KAZGOR, 2015. – 51 p.