

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ ТЕНТОВЫХ СКЛАДОВ И ХРАНИЛИЩ
INSULATION SYSTEMS OF TENTING STORAGES AND WAREHOUSES



УДК 691.175

DOI:10.24411/2588-0209-2019-10104

Алексей Жуков,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы и материаловедение» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), член-корреспондент Российской инженерной академии (РИА)

Карапет Тер-Закарян,

генеральный директор ООО «ТЕПОФОЛ»

Никита Третьяков,

студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ)

Ильмир Шайхалов,

студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ)

Дарья Колесова,

студентка Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ)

Aleksey Zhukov,

Cand.Tech.Sci., Associate Professor at the Department of Building materials and materials science of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE), Corresponding Member of the Russian Academy of Engineering (RAE)

Karapet Ter-Zakaryan,

Director of TEPOFOL Ltd.

Nikita Tretyakov,

student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE)

Ilmir Shaykhalov,

*student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering
(NRU MSUCE)*

Daria Kolesova,

*student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering
(NRU MSUCE)*

В статье приведены критерии эффективности сельскохозяйственных объектов, включающие: системные решения по изоляции помещений, обуславливающие формирование теплоэффективной изоляционной оболочки на основе применения материалов и конструкций, имеющих высокую эксплуатационную стойкость; реализацию современных технологий проектирования и монтажа конструкций; минимизация экологических рисков, направленная на поддержание окружающей среды в ее естественном состоянии, сохранение условий труда на уровне требований санитарных норм.

Отмечается, что преимуществом каркасных зданий является возможность их быстрого возведения без использования массивных фундаментов на любом типе оснований. В результате анализа возможных типов каркасных конструкций обосновано предпочтительное использование в малых зданиях элементов из хвойных пород древесины, а большепролетных сооружениях – легких стальных тонкостенных конструкций.

Важным вопросом является выбор материалов и изделий, формирующих изоляционную оболочку. Каркасный тип задний делает предпочтительным применение рулонных изделий на основе вспененных пластмасс, позволяющих одновременно реализовать теплозащитные, а также паро- и водоизоляционные функции.

Этим условиям в полной мере удовлетворяют рулонные изделия на основе несшитого пенополиэтилена, выпускаемые отечественными предприятиями. Особым преимуществом этого материала является возможность бесшовного стыка, на основе разработок ООО ТЕПОФОЛ (патент №2645190). Бесшовный сварной стык позволяет получать изоляционные оболочки с минимизированным процентом теплотехнической неоднородности, а, следовательно и с минимальными потерями тепла.

Summary

The article presents the efficiency criteria of agricultural facilities that include: system solutions for premises insulation which contribute to the creation of thermally efficient insulating covering based on the application of the materials and structures of high service durability; the implementation of modern design

technologies and structural mounting techniques; minimization of ecological risks, aimed at preserving the environment in its natural state; maintaining the working conditions in compliance with sanitary standards.

It is noted that the advantage of framed buildings lies in the possibility of their quick erection without using massive foundations on any type of footings. The analysis of possible types of framed structures revealed that preferable usage of elements made of coniferous species of woods in small buildings, and elements made of light steel thin-walled structures in long span constructions is well-reasoned.

The choice of materials and products that build the insulating covering is an important issue. The usage of roll products based on foamed plastics, which simultaneously implement the heat-shielding, as well as vapor barrier and waterproofing functions is preferable within the scope of framed buildings.

Roll products based on non-cross-linked polyethylene foam and produced by domestic enterprises meet these requirements completely. A particular advantage of this material would be the possibility of seamless joint, based on the elaboration of ООО ТЕПОФОЛ (patent No. 2645190). Seamless welded joint allows obtaining insulating shells with a minimized percentage of thermal heterogeneity, and, therefore, with minimal heat loss.

Ключевые слова: изоляция ангаров, каркасное здание, сельскохозяйственный объект, несшитый пенополиэтилен, бесшовное соединение.

Keywords: hangar insulation, framed building, agricultural facility, non-cross-linked polyethylene foam, seamless joint.

Критериями эффективности сельскохозяйственных объектов, используемых в качестве складов, ангаров для сохранения техники, хранилищ и помещений для содержания скота в холодный период могут рассматриваться следующие факторы. Во-первых, это системные решения по изоляции помещений, обуславливающие формирование теплоэффективной изоляционной оболочки. Во-вторых, это ориентация на применение материалов и конструкций, имеющих высокую эксплуатационную стойкость, обуславливающую их долговечность и надежность. В-третьих, реализация современных технологий проектирования и монтажа конструкций. В-четвертых, минимизация экологических рисков, направленная на поддержание окружающей среды в ее естественном состоянии, сохранение условий труда на уровне требований санитарных норм [1–3].

Опыт строительства показывает, что одним из наиболее приемлемых по цене и достигаемым результатам, вполне соответствующим установленным критериям, является строительство каркасных зданий и сооружений. Каркас может изготавливаться из деловой древесины (сооружения небольших размеров), из клееной древесины, из металлических конструкций. В этом случае подобные сооружения относят к категории быстровозводимых и требующих строительства капитального фундамента [4–6].

Большепролетные клееные деревянные конструкции (БКДК) — монолитная совокупность деревянных деталей определенных параметров и взаиморасположения, соединенных клеевой прослойкой, предназначенная для выполнения несущих, ограждающих и декоративных функций в строительных конструкциях.

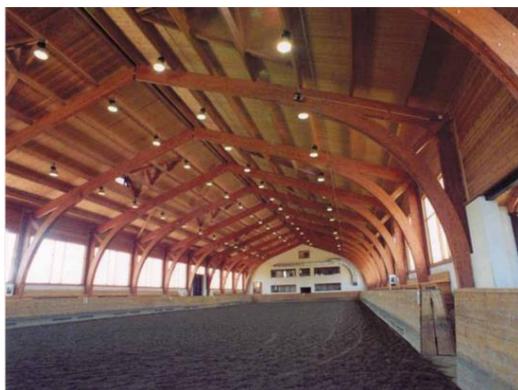


Рис. 1. Большепролетные клееные деревянные конструкции

Применение БКДК (балок, рам, ферм, арок) (рис. 1) позволяет создавать конструкций любых размеров и форм и выполнять перекрытия больших (более 100 м) пролетов при низких нагрузках на опоры и фундамент. Сама технология изготовления строительных элементов из клееной древесины предполагает получение высококачественных, долговечных, но не дешевых изделий. Последний же фактор во многих случаях является определяющим.

Одним из ведущих направлений эффективного каркасного строительства является применение *легких металлических конструкций (ЛМК)* в зданиях промышленного, сельскохозяйственного, гражданского и иного назначения. Строительство на основе ЛМК характеризуется малой металлоемкостью, возможностью типизации и унификации, стабильностью номенклатуры, высокой технологичностью изготовления и монтажа, высокой степенью заводской готовности и возможностью поставки целых зданий-модулей и их несущих конструкций, благоприятными экспортными возможностями (рис. 2).



Рис. 2. Стальные конструкции

Снижение металлоемкости зданий из ЛМК достигается за счет новых конструктивных форм, профилей (трубчатых, широкополочных тавровых, тонкостенных, гнутых и гнутосварных, перфорированных, гофрированных и др.), тонколистового проката, эффективных материалов для несущих и ограждающих конструкций (высокопрочных сталей, алюминиевых сплавов, профилированного настила, утеплителя). Строительство же зданий полностью

из структурных стальных каркасов стало возможным и экономически оправданным только после изобретения и внедрения способа строительства при помощи *легких стальных тонкостенных конструкций* (ЛСТК).

В отечественном строительстве наибольшее применение получил деревянный каркас (из хвойных пород), который применяют при сооружении зданий высотой до 6 метров и металлические конструкции различного типа, применяемые в большепролетных сооружениях. Преимуществом этих конструкций является не только приемлемая цена, но и относительно невысокие нагрузки на фундамент. При необходимости быстрого возведения предпочтение отдается именно таким конструкциям. Применение железобетонного каркаса несомненно имеет свои преимущества (по несущим нагрузкам, огнестойкости и пр.), но требует капитального выполнения фундаментов и нулевого цикла [7, 8].

Изоляционная оболочка каркасных хозяйственных построек должна выполнять следующие функции: иметь теплотехнические характеристики, обеспечивающие нормативное термическое сопротивление; препятствовать прохождению паровоздушной смеси из помещения в конструкцию и проникновению капельной влаги снаружи. В помещениях небольшого объема возможно применение слоистых изоляционных систем, включающих минераловатные теплоизоляционные плиты, пароизоляционную мембрану изнутри и ветрозащиту или гидроизоляцию снаружи. При этом сохраняется проблема стыков – мостиков повышенной теплопередачи в местах контактов между плитной теплоизоляцией и по поверхностям соприкосновения с несущими конструкциями [7, 8].

Наилучший результат для любого типа каркасной системы достигается при использовании рулонной эластичной изоляции, и, в частности на основе несшитого пенополиэтилена, монтируемой параллельно основанию сооружения. Изделия из пенополиэтилена применяют в системах изоляции каркасных и бескаркасных сооружений, используемых в качестве хозяйственных объектов, а также каркасных коттеджей. Важным является так же возможность формирования бесшовного соединения. Согласно разработанной и, уже сотни раз реализованной технологии компании ТЕПОФОЛ, листы пенополиэтилена (как с теплоотражающим покрытием, так и без него) механически закрепляют на конструкции и соединяют между собой в замок. Далее шов между изделиями сваривается горячим воздухом [9, 10].

Эластичная изоляционная оболочка деформируется вместе с несущей конструкцией. Изделия в процессе эксплуатации испытывают растягивающие нагрузки, обусловленные их температурными деформациями. Для целостности изоляционной оболочки является важным так же надежность сварного соединения между отдельными изоляционными полотнищами (листами, рулонами).

Испытания прочности при растяжении в продольном направлении проводили в НИИСФ РААСН в соответствии с ГОСТ EN 1608-2011 «Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения прочности при растяжении параллельно лицевым поверхностям». Установлено. Что прочность на разрыв при растяжении в продольном направлении для изделий с металлизированным покрытием составляет 80–92 кПа, без металлизированного покрытия — 80–87 кПа, а для сварного шва — 29–32 кПа.

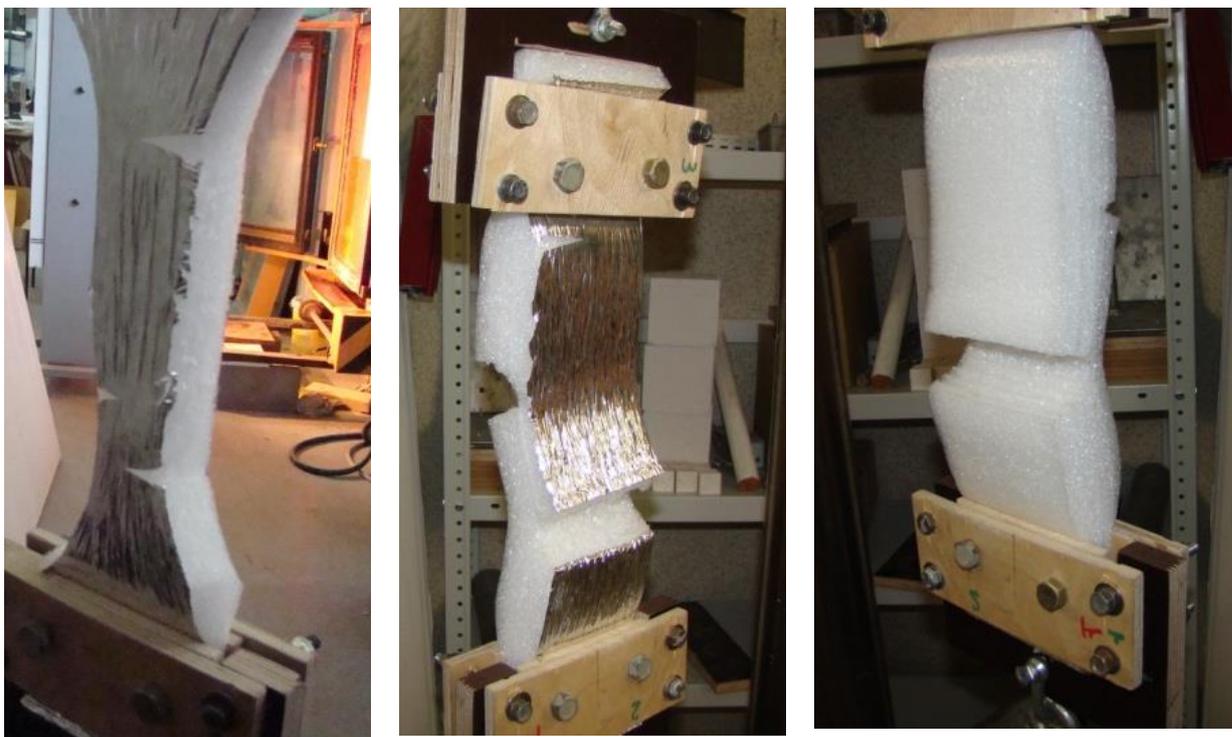


Рис. 2. Определений прочности при растяжении в продольном направлении

Испытания сварного шва, осуществленные (рис. 3), показали, что прочность сварного соединения на разрыв составляет 30–40 % от прочности на разрыв самого материала. Этот результат вполне удовлетворил как проектировщиков строительных конструкций сооружений, так и пользователей этих сооружений.

Каковы же предпочтительные области применения каркасных тентовых сооружений с бесшовной изоляционной оболочкой их рулонного пенополиэтилена? В условиях сильных морозов, становится очень важным приведение автотранспорта в рабочее состояние. Опыт текущей зимы для большинства российских регионов и постоянная практика для регионов, где отрицательные температуры – нормальный климатический фактор показывает, что даже завести машину на морозе либо сложно, либо невозможно, либо стоит денег, либо опасно. И в то же время, автотранспорт должен быть готовым к эксплуатации в любой момент. Использование зимних обогреваемых стоянок автотранспорта с эффективной теплоизоляцией позволяет решать все эти проблемы.



Рис. 3. Монтаж тентового покрытия

Тентовые сооружения каркасного типа позволяют сформировать теплоэффективную изоляционную оболочку (рис. 4) и используются при возведении большепролетных конструкций: спортивных сооружений, хранилищ, складов. В качестве каркаса используются системы из профилированного металла и легких металлических конструкций.

Монтаж тентовой системы утепления осуществляется в следующей последовательности. На несущий каркас монтируется обрешетка; по обрешетки раскладывают рулонный пенополиэтилен, листы закрепляют механически; формируется замковое соединение листов и осуществляется их сварка. Далее растягивается тентовое покрытие и механически закрепляется по периметру и ребрам жесткости конструкции. Подобное тентовое покрытие хорошо защищает систему утепления от всех видов атмосферных воздействий, но не является препятствием для несанкционированного проникновения. Поэтому подобные тентовые конструкции рекомендуется устанавливать на охраняемых территориях.

Для мелкого и среднего фермерского хозяйства всегда является актуальным вопрос сохранения урожая. Классический тип хранилища – лабаз – не всегда применим на приусадебных участках, в виду ограниченного количества квадратных метров. Использование тентовых конструкций с применением пенополиэтилена (рис. 4) позволяет разрешить эту проблему положительным образом.





Рис. 4. Наземное хранилище сельхозпродуктов: последовательность монтажа

Бесшовная изоляционная оболочка является, в первую очередь хорошим теплоизолятором, который не пропускает тепло и не выпускает холод, а снаружи конструкция защищена тентом из полимерной мембраны (с покрытием). В основании сооружения выкапывается ледник, который и является источником холода на весь теплый сезон. Если существует необходимость в создании малого теплого склада, в котором поддерживается небольшая положительная температура (оптимальный для хранения овощей, например является температура плюс 3–5 °С), то в изолированном помещении размещается калорифер, датчик температуры и ее регулятор.

Несмотря на различное функциональное назначение объектов, система изоляции их основывается на общих принципах. Тепло- паро- воздухоизоляционная оболочка создается за счет механического закрепления рулонного пенополиэтилена на несущей конструкции с последующим соединением отдельных листов в замок и их сваркой горячим воздухом посредством строительного фена.

Различные аспекты применения пенополиэтилена в системах изоляции сельских домов и коттеджей изучались в процессе реализации договоров с НИУ МГСУ (кафедра «СМиМ»), а также НИИСФ РААСН (лаборатория «Стройфизика-ТЕСТ»). Исследования касались типовых проектных решений, определения эксплуатационных характеристики материала, а также проведения натурного обследования сельских домов, утепленных вспененным полиэтиленом.

Список литературы

1. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Чернов А.Д., Безверхова Е. О., Кращенко В.И. Изделия на основе вспененных пластмасс в системах изоляции сельскохозяйственных объектов // International Agricultural Journal, 20189. No. 3. <https://iacj.eu/index.php/iacj/article/view/113>

2. Fedyuk R.S., Mochalov A.V., Simonov V.A. Trends in the development of norms for thermal protection of buildings in Russia // *Bulletin of the Engineering School of the FEFU*. 2012. № 2 (11). pp. 39–44.
3. Umnyakova N.P., Tsygankov V.M., Kuzmin V.A. Experimental Heat Engineering Studies for Rational Design of Wall Structures with Reflecting Heat Insulation // *Zhilishchnoe Stroitel'stvo*. 2018. № 1-2. pp. 38–42
4. Gnip I.Ya., Kerchulis V.I., Vaitkus S.Y. Confidence intervals forecasting creep deformation of foam polystyrene // *Stroitel'nye materialy*. 2012. № 12. pp. 40–44.
5. Gnip I.J., Keršulis V.J., Vaitkus S.J. Analytical description of the creep of expanded polystyrene under compressive loading. *Mechanics of Composite materials*. 2005; 41(4): 357–364.
6. Zhuk P.M., Zhukov A.D. Normative legal base of environmental assessment of building materials: prospects for improvement // *Ecology and industry of Russia*. 2018. № 4. pp. 52–57.
7. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bessonov I.V., Semenov V.S., Starostin A.V. Building insulation systems using polyethylene foam // *Building materials*. 2018. No. 9, pp. 58–61.
8. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bessonov I.V., Semenov V.S., Starostin A.V. Insulation systems for frame cottages // *ACADEMIA*. 2019. No. 1. S. 122–127.
9. Patent for Russian Federation invention no. 2645190 «lock technology of thermal insulation material for seamless welding of connecting locks», registered on February 16th, 2018.
10. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bobrova E.Yu. Innovative technologies of rural construction // *Moscow Economic Journal (QJE.SU)* No. 5/2018.
11. Bobrova Ekaterina, Pilipenko Anton and Zhukov Alexey. Insulating sheath system and energy efficiency of buildings. 02019 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102019>
12. Umnyakova N., Bessonov I., Zhukov A., Zinoveva E. The effectiveness of facade systems 00013 // *MATEC Web of Conferences (ICMTMTE 2019)*. Published online: 18 November 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201929800013>

Spisok literatury

1. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Chernov A.D., Bezverhova E. O., Krashchenko V.I. // *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 20189. № 3. <https://iacj.eu/index.php/iacj/article/view/113>.
2. Fedyuk R.S., Mochalov A.V., Simonov V.A. Tendencii v razrabotke norm po teploizolyacii zdaniy v Rossii // *Vestnik Inzhenernoj shkoly DVFU*. 2012. № 2 (11). S. 39–44.
3. Umnyakova N.P., Tsygankov V.M., Kuz'min V.A. Eksperimental'nye teplotekhnicheskie issledovaniya dlya racional'nogo proektirovaniya stenovykh konstrukcij s otrazhayushchej teploizolyaciej // *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2018. № 1-2. rr. 38-42
4. Gnip I.YA., Kerchulis V.I., Vajtkus S.YU. Doveritel'nye intervaly prognozirovaniya deformacii polzuchesti penopolistirola // *Stroitel'nye materialy*. 2012. № 12. rr. 40-44.
5. Gnip I.YA., Kershulis V.YA., Vajtkus S.YU. Analiticheskoe opisanie polzuchesti penopolistirola pri szhimayushchej nagruzke. *Mekhanika Kompozitnykh materialov*. 2005; 41 (4): 357–364.

6. ZHuk P.M., ZHukov A.D. Normativno-pravovaya baza ekologicheskoy ekspertizy stroitel'nyh materialov: perspektivy sovershenstvovaniya // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018. № 4. rr. 52-57.

7. ZHukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bessonov I.V., Semenov V.S., Starostin A.V. Stroitel'nye uteplitel'nye sistemy iz polietilenovoj peny // *Stroitel'nye materialy*. 2018. № 9, s. 58–61.

8. ZHukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bessonov I.V., Semenov V.S., Starostin A.V. Izolyacionnye sistemy dlya karkasnyh kottedzhej // *ACADEMIA*. 2019. № 1. S. 122–127.

9. Patent na izobretenie Rossijskoj Federacii №. 2645190 «Tekhnologiya zamkov iz teploizolyacionnogo materiala dlya besshovnoj svarki soedinitel'nyh zamkov», zaregistrirovannaya 16 fevralya 2018 goda.

10. ZHukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Bobrova E.YU. Innovacionnye tekhnologii sel'skogo stroitel'stva // *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal (QJE.SU)* № 5/2018.

11. Bobrova Ekaterina, Pilipenko Anton i ZHukov Aleksej. Sistema izolyacionnyh oblochek i energoeffektivnost' zdaniy. 02019 // Opublikovano v seti: 2 aprelya 2019 goda. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102019>

12. Umnyakova N., Bessonov I., ZHukov A., Zinov'eva E. Effektivnost' fasadnyh sistem 00013 // *MATEC Web Conferences (ICMTMTE 2019)*. Opublikovano na sajte: 18 noyabrya 2019 goda. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201929800013>