



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ УТЕПЛЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СКЛАДОВ И ОВОЩЕХРАНИЛИЩ

А.Д. Жуков¹, К.А. Тер-Закарян², Д.У. Тучаев¹, Е.С. Петровский¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия

²ООО «ТЕПОФОЛ», г. Москва, Россия

Формирование в овощехранилищах и продовольственных складах оптимального температурно-влажностного режима включает специальные строительные и инженерные мероприятия. Во-первых, это система изоляции, которая обеспечивает необходимое термическое сопротивление изоляционной оболочки сооружения. Во-вторых, это системы вентиляции и иные инженерные системы (увлажнения, охлаждения, сушки и т.п.), обеспечивающие и поддерживающие определенные всесезонные и долгосрочные условия хранения сельскохозяйственной продукции. В статье рассматриваются результаты научных разработок и практического применения изделий из несшитого пенополиэтилена в системах изоляции каркасных и бескаркасных сооружений, используемых в качестве складских помещений, логистических объектов и хранилищ сельскохозяйственной продукции и продовольственных складов. Особый акцент в статье сделан на практические аспекты применения пенополиэтилена и в частности на возможность получения бесшовной изоляционной оболочки за счет сварки отдельных рулонов горячим воздухом (феном). На примере уже реализованных объектов рассматриваются особенности монтажа материала с применением механической фиксации рулонов при различном конструктивном исполнении изолируемых объектов.

Ключевые слова: пенополиэтилен, овощехранилище, теплоизоляция, вентиляция, сварка, механическая фиксация, ангар.

Система изоляции овощехранилищ должна способствовать реализации следующих задач: обеспечивать максимальное термическое сопротивление утепленной металлоконструкции, минимизировать мостики холода и пути инфильтрации наружного воздуха, нивелировать механические нагрузки на металлический каркас, способствовать долгосрочной эксплуатации сооружения, сохраняя все основные теплофизические свойства [1, 2].

Специализированные овощехранилища представляют собой бескаркасные металлоконструкции (реже каркасные), внутреннее пространство которых зачастую зонировано под различное функциональное назначение (сушка, сортировка, хранение продукции). Условия хранения готовой сельскохозяйственной продукции довольно критичны: приемлемая температура 3-5 °С, оптимальная влажность 95%, для соблюдения которых зачастую требуются автоматизированные системы климатического контроля [3, 4].

Стандартное оснащение овощехранилища должно включать наличие различных систем вентиляции и иных систем (увлажнения, охлаждения, сушки и т.п.), обеспечивающих и поддерживающих определенные всесезонные и долгосрочные условия хранения сельскохозяйственной продукции. Однако оснащение самым современным оборудованием не гарантирует сохранности продуктов продолжительный период, эта задача решается лишь качественным теплоизолированием овощехранилищ ангарного типа.

Правильное утепление и выбор соответствующих требованиям и задачам теплоизоляционного материала минимизируют

расходы на отопление, обеспечивая ресурсосбережение энергоносителей, и регулируют микроклимат в помещении, поддерживая оптимальный температурно-влажностный режим внутри хранилища.

Использование традиционных плитных утеплителей сопряжено с рядом сложностей и неудобств из-за монтажа утеплителя к металлокаркасу, создания теплоизоляционного пирога из дополнительных материалов и образования конденсата на поверхности [5, 6]. Теплоизоляционную систему из напыляемых материалов, формирующих монолитное утепление, невозможно реализовать без специализированного оборудования и точного соответствия технологического процесса, что не всегда возможно по погодным условиям.

Экспериментальные исследования по возможности применения вспененного полиэтилена в системах изоляции складских объектов и ангаров, как каркасных, так и бескаркасного типа, проводились совместно с ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» в рамках реализации хозяйственного договора «Исследование физико-механических характеристик вспененного полиэтилена «Тепофол®» в системах наружной и интерьерной изоляции». Испытания свойств материалов проводились в соответствии с ГОСТ 17177-94.

Объектом исследования были теплоизоляционный материал на основе вспененного полиэтилена (НПЭ) «Тепофол®», а также системы изоляции с применением этого материала.

Схема утепления каркасной конструкции представлена на рисунке 1. Утепление конструкции бескаркасного типа аналогично.

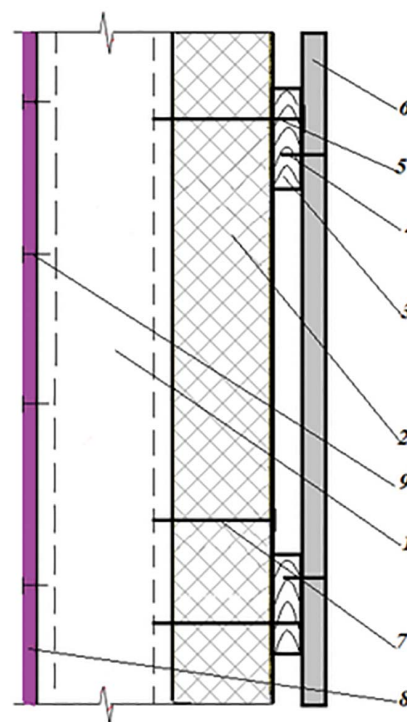


Рис. 1. Система внутреннего утепления металлоконструкций (каркасный вариант):

- 1 — несущая стена (металлический каркас);
- 2 — теплоизоляция (рулонный НПЭ);
- 3 — деревянный брусок (контррейка);
- 4 — крепление облицовки;
- 5 — крепление бруска;
- 6 — облицовка;
- 7 — крепление теплоизоляции на металлическом каркасе;
- 8 — фасадная облицовка;
- 9 — крепление фасадной облицовки.





Рис. 2. Подготовка рулона из металлизированного вспененного полиэтилена

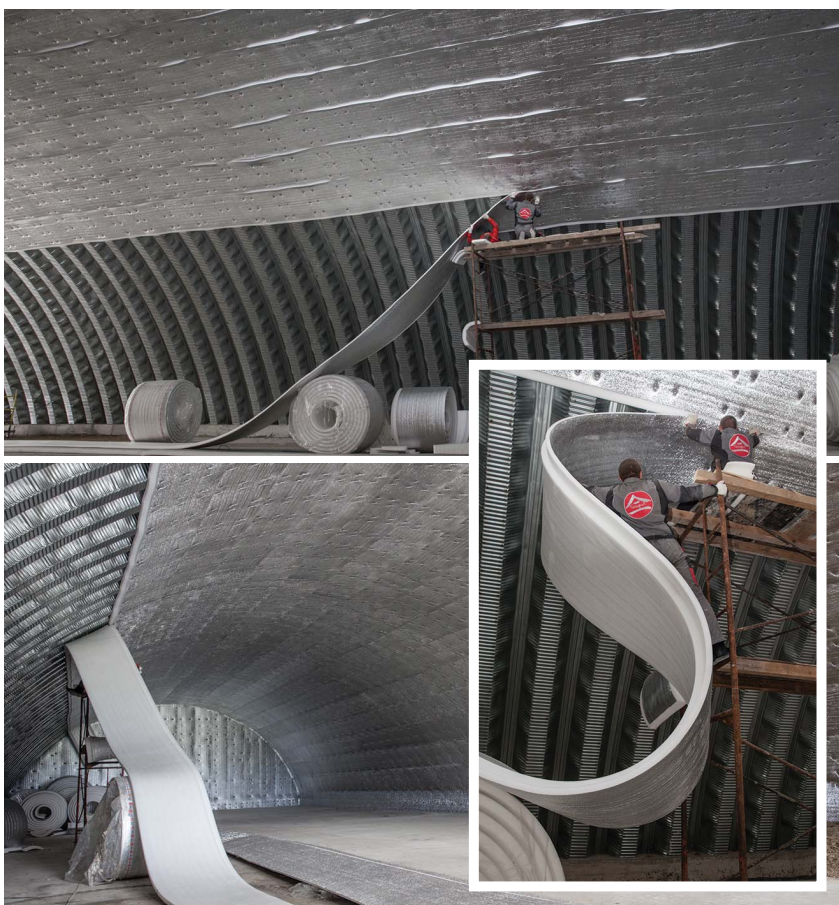


Рис. 3. Монтаж изоляционной оболочки ангара

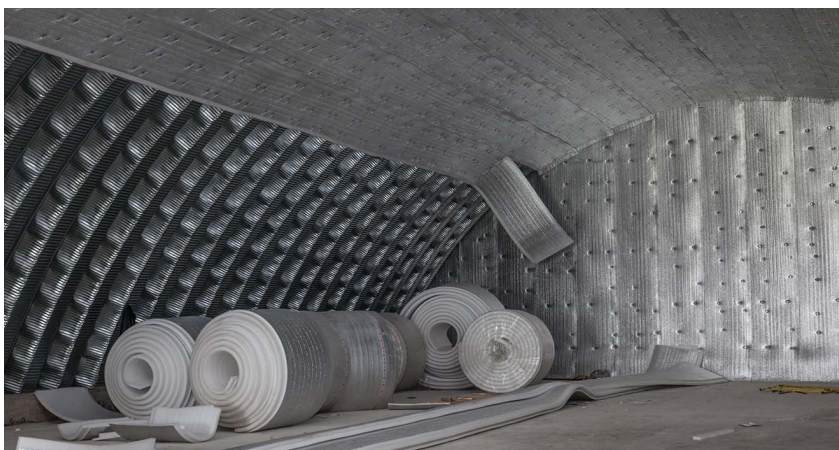


Рис. 4. Формирование изоляции торца объекта

В этом случае роль каркаса выполняет непосредственно металлическая оболочка сооружения (рис. 2), выполняемая, как правило, из профилированного металла [9, 10].

Температура применения вспененного полиэтилена, которая колеблется в интервале от -60 до $+80$ °С, создает все необходимые условия для проведения всесезонного монтажа. Работы по теплоизоляции хранилища не зависят от внешней температуры воздуха и могут проводиться 365 дней в году. Более того, сам рулонный полиэтилен не подвержен разрушению под влиянием сезонных температурных колебаний, что делает его всепригодным и подходящим для регионов с экстремальными температурными режимами, включая суровые климатические условия использования.

Бесшовное утепление овощехранилищ ангарного типа с применением рулонного материала Теплофол® с теплоотражающим покрытием обеспечивает эффективную систему изоляции овощехранилища благодаря формированию единой герметичной оболочки сооружения (рис. 2-4). Такой эффект достигается за счет тепловой сварки между собой замковых соединений, расположенных на стыках рулонов. При подобном монолитном утеплении получаемая сплошная изоляционная оболочка не имеет мостиков холода по глади поверхностей, препятствует проникновению влаги внутрь помещения и образованию конденсата. В этом случае эффективность теплоизоляционного контура значительно повышается, внутренняя температура сохраняется на заданном уровне, расходы на внутренний обогрев сокращаются [7, 8].

Незначительная усадка рулонного полиэтилена происходит под воздействием температурных колебаний. В то же время строгое соблюдение технологии монтажа не влияет на эффективность теплоизоляционного контура и полностью исключает возможность температурного расширения или сужения теплоизоляционного материала.

Утеплитель НПЭ — это долговечный материал, который не деформируется в процессе дальнейшей эксплуатации хранилища и подходит для многократного использования. Срок службы теплоизоляции из вспененного полиэтилена составляет, как минимум, 100 лет без проведения дополнительных ремонтных работ (восстановление или полная замена утеплителя), а значит, новых капиталовложений не потребуется.

Для хранилищ, в которых предусматривается длительное хранение сельхозпродукции, важным аспектом выбора становится экологичность и безвредность утеплителя. Вспененный полиэтилен является абсолютно безопасным для людей и растений, не нанесет никакого вреда животным и пищевым продуктам. Он не выделяет токсичных веществ в ходе эксплуатации, особенно при высоких температурах. Устойчивость к агрессивным биологическим средам и химическая нейтральность материала позволяют использовать специальные моющие составы и растворы для проведения периодических санитарно-гигиенических обработок помещений.

Строительство ангара в соответствии со всеми требованиями, предъявляемыми к оборудованию подобных сооружений, связано со значительными расходами на возведение и внутреннее обустройство. Применение утеплителя из вспененного полиэтилена не требует создания сложного «теплоизоляционного пирога»: рулонный материал



выполняет все защитные функции по формированию единого ветро-, тепло-, паро-, влаго- и шумозащитного барьера. Это позволяет оптимизировать расходы на устройство системы теплоизоляции за счет таких дополнительных материалов, как различные мембраны, пленки, пены и т.п., не востребованных при данном способе утепления. Дополнительно можно обойтись без специальной внутренней отделки (штукатурки и окраски, как в случае с напыляемыми материалами): материал, имеющий в своем составе теплоотражающий слой, создает эстетичный внешний вид.

Внедрение современных технологий теплоизоляции (утепления) продовольственных складов и овощехранилищ не только решает вопрос энергоэффективного всепогодного их использования, но напрямую влияет на эффективность систем хранения плодовоовощной продукции в подобных сооружениях.

Утепленные ангары также могут эксплуатироваться в качестве гаражей под хранение автотранспорта сельскохозяйственного назначения. Температура, поддерживаемая внутри помещения благодаря данной технологии утепления, облегчает запуск транспортных

средств, делая его быстрым, легким и удобным. Это особенно важно и востребовано в регионах, для которых характерен большой ход суточных температур, вызванный перепадом дневных и ночных температурных значений.

Ангары и складские помещения как каркасного, так и бескаркасного типа успешно используются в качестве сельскохозяйственных сооружений различного функционального назначения. Существенный недостаток любых быстровозводимых конструкций — теплопотери в период холодов — решается эффективной системой изоляции, способной круглогодично поддерживать необходимый микроклимат внутри помещения без привязки к региону локации.

Литература

1. Allen E., Iano J. Fundamentals of building construction: Materials and methods. J. Wiley & Sons, 2004. 28 p.
2. Gnip I.Ya., Kerchulis V.I., Vaitkus S.Y. Confidence intervals forecasting creep deformation of foam polystyrene. Construction Materials. 2012. No. 12. Pp. 40-44.
3. 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): 3573-364.

4. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu. V. Insulation systems of the building constructions. MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.

5. Wang Y., Huang Z., Heng L. Cost-effectiveness assessment of insulated exterior wall of residential buildings in cold climate. International Journal of Project Management, 2007, no. 25(2), pp. 1433-149.

6. Head P.R. Construction materials and technology: A Look at the future. Proceedings of the ICE — Civil Engineering, 2001, no. 144(3), pp. 1133-118.

7. Жуков А.Д., Чугунков А.В. Локальная аналитическая оптимизация технологических процессов // Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 273-278.

8. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.

9. Zhukov A., Semyonov V. Gnip I., Vaitkus S. The investigation of expanded polystyrene creep behavior // MATEC Web of Conferences Volume 117, 24 July 2017, Номер статьи 0018426th R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering, RSP 2017; Warsaw; Poland; 19 August 2017 до 21 August 2017; Код 129222.

10. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Romanova I.P., Zelenshikov D.B., Smirnova T.V. The systems of insulation and a methodology for assessing the durability. MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.

Об авторах:

Жуков Алексей Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных материалов и материаловедения, lj211@yandex.ru

Тер-Закарян Карапет Арменович, управляющий директор, karo73@mail.ru

Тучаев Дени Увайсович, студент, tuchaev@list.ru

Петровский Евгений Сергеевич, студент, e.petrovskiyshop@mfa.ru

ENERGY-EFFICIENT INSULATION OF FOOD STORAGE ROOMS AND VEGETABLE STORES

A.D. Zhukov¹, K.A. Ter-Zakaryan², D.U. Tuchaev¹, E.S. Petrovsky¹

¹National research Moscow state university of civil engineering, Moscow, Russia

²TEPOFOL Ltd., Moscow, Russia

Creation of the optimal temperature and humidity conditions in agricultural storage facilities and food storage rooms involves the accomplishment of special construction and engineer measures. First and foremost, it is a case of insulation system, which supplies the insulated enclosure of the construction with the necessary thermal resistance. For another thing, these are ventilation systems and other engineering systems (humidification, refrigeration, drying, etc.), which provide and support definite all-season and long-term storage conditions of agricultural production. This paper concentrates on the scientific research results and implementation outcomes of the items made of non-crosslinked polyethylene foam within the insulation systems of framed as well as frameless constructions, used in the function of storage premises, logistic objects, agricultural storage facilities and food storage rooms. The practical aspects of polyethylene foam use, including the availability of the seamless insulated enclosure by means of hot air welding (through the heat gun) of separate rolls have been particularly emphasized in this article. Through the example of the objects that have been implemented so far, the particularities of the material mounting with the application of mechanical fixation of rolls within the scope of different structural design of insulated objects have been regarded as well.

Keywords: polyethylene foam, agricultural storage facility, thermal insulation, ventilation, welding, mechanical fixation, storage premises.

References

1. Allen E., Iano J. Fundamentals of building construction: Materials and methods. J. Wiley & Sons, 2004. 28 p.
2. Gnip I.Ya., Kerchulis V.I., Vaitkus S.Y. Confidence intervals forecasting creep deformation of foam polystyrene. Construction Materials. 2012. No. 12. Pp. 40-44.
3. 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): 3573-364.
4. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu. V. Insulation systems of the building constructions. MATEC Web of Con-

ferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.

5. Wang Y., Huang Z., Heng L. Cost-effectiveness assessment of insulated exterior wall of residential buildings in cold climate. International Journal of Project Management, 2007, no. 25(2), pp. 1433-149.

6. Head P.R. Construction materials and technology: A Look at the future. Proceedings of the ICE — Civil Engineering, 2001, no. 144(3), pp. 1133-118.

7. Zhukov A.D. Chugunkov A.V. Local analytical optimization of technological processes. Vestnik MGSU = Vestnik MGSU. 2011. No. 1-2. Pp. 273-278.

8. Rumyantsev B.M., Zhukov A.D., Smirnova T.V. Energy efficiency and methodology for the creation of thermal

insulation materials. Internet-Vestnik VolgGASU = Internet-Bulletin of VolgGASU. 2014. No. 4 (35). P. 3.

9. Zhukov A., Semyonov V. Gnip I., Vaitkus S. The investigation of expanded polystyrene creep behavior. MATEC Web of Conferences Volume 117, 24 July 2017, Article number 0018426th R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering, RSP 2017; Warsaw; Poland; 19 August 2017 до 21 August 2017; Code 129222.

10. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Romanova I.P., Zelenshikov D.B., Smirnova T.V. The systems of insulation and a methodology for assessing the durability. MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.

About the authors:

Aleksey D. Zhukov, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor at the department of building materials and materials science, lj211@yandex.ru

Karapet A. Ter-Zakaryan, managing director, karo73@mail.ru

Deni U. Tuchaev, student, tuchaev@list.ru

Evgeniy S. Petrovsky, student, e.petrovskiyshop@mfa.ru

