СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ.

УДК 631.243

DOI: 10.22227/2305-5502.2020.2.1

Строительство современных и технологичных сельскохозяйственных временных овощехранилищ

В.Н. Ушаков, А.С. Субботин, Д.В. Лисин

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ); г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Обозначены существующие проблемы развития сельскохозяйственной строительной отрасли. Изжившие себя старые технологии строительства и строительные конструкции дают повод к оптимизации и внедрению современных технологий в агропромышленное производство. Технологическая отсталость сельскохозяйственного строительства отрицательно сказывается на положении агропромышленного комплекса (АПК) на мировой арене торговли и экономике, закрепиться на мировом рынке позволяет неизбежная модернизация сельскохозяйственного производства и строительства. Стремление занять лидирующие позиции на мировом рынке — одна из важнейших задач АПК. Сельскохозяйственная отрасль играет огромную роль, от качества продукции напрямую зависят здоровье, работоспособность, развитие и активность граждан. Предмет исследования — сравнение традиционных, временных, полевых овощехранилищ, действующих в зимнее время, с современной технологией строительства данных сооружений с точки зрения технологичности, экономичности, экологичности, мобильности, доступности, практичности и рентабельности.

Материалы и методы. Применяли следующие методы исследования: ознакомление с соответствующими нормативно-правовыми документами, сравнение традиционного и современного методов хранения овощей в полевых условиях в зимний период, определение их основных преимуществ и недостатков.

Результаты. Выявлены положительные и отрицательные стороны конструктива, методы строительства по современной и традиционной устаревшей технологии, проведена оптимизация строительных решений, необходимых для обеспечения надлежащего качества продуктов.

Выводы. Современные строительные решения и развитие сельскохозяйственного строительства — важное направление, ведущее к росту экономики, лидирующей позиции на мировом рынке, улучшению качества жизни граждан, повышению экологической системы местности и развитию предпринимательской деятельности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительство, зимний период, хранение, овощехранилище, сельское хозяйство, проектирование, технология, энергоэффективность

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ушаков В.Н., Субботин А.С., Лисин Д.В. Строительство современных и технологичных сельскохозяйственных временных овощехранилищ // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. Вып. 2. Ст. 1. URL: <http://nso-journal.ru> DOI: 10.22227/2305-5502.2020.2.1

Construction of modern and high-tech agricultural temporary vegetable storehouses

Vladislav N. Ushakov, Artem S. Subbotin, Dmitry V. Lisin

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. This article addresses the question of existing problems of development of construction industry in agriculture. Outdated old construction technologies and building structures give a reason for optimization and introduction of modern technologies in agricultural production. The outdated technologies of agricultural construction have a negative impact on the position of agricultural industry in the world stage of trade and economy of countries, while optimization and inevitable modernization of agricultural production and construction allow securing a foothold in the world market. Aspiration to take the lead in the world market is one of the most important tasks of agricultural industry. The agricultural industry also plays an oversize role in human life and the health, efficiency, development and activity of citizens depend directly on the quality

of products delivered to the shop windows. This scope of research of this article is a comparison of traditional, temporary, field vegetable storehouses operating in winter time with modern technology of construction of these facilities in terms of technology, efficiency, environmental friendliness, mobility, availability, functionality and profitability.

Materials and methods. In the course of this work, the following research methods were used: familiarization with the relevant statutes and regulations related to the study area, comparison of traditional and modern methods of vegetable storage in the field environment during the winter period and identification of the main advantages and disadvantages.

Results. The positive and negative sides of the design and methods of construction of modern and traditional outdated technology have been revealed, as well as optimization of construction solutions necessary to ensure conditions for maintaining the quality of products in due form.

Conclusions. Modern construction concepts and development of agricultural construction is an important area that allows provoking the trend of economic growth of countries, to take a leading position in the world market, to improve the quality of life of citizens, to improve the ecological system of the area and develop business activities.

KEYWORDS: construction, winter period, storage, vegetable storehouse, agriculture, design, technology, energy efficiency

FOR CITATION: Ushakov V.N., Subbotin A.S., Lisin D.V. Construction of modern and high-tech agricultural temporary vegetable storehouses. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2020; 10(2):1. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.2.1 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Строительство технологичного, современного и временного овощехранилища необходимо для поддержания качества овощей, а также для сохранения их свежего вида при хранении в зимнее время года. После уборки овощей с последующим хранением в них продолжают процессы жизнедеятельности, а именно: они дышат, испаряют влагу, прорастают и созревают, это сопровождается химическими и физиологическими изменениями состава овощей.

Особенно неблагоприятным фактором является усиленное дыхание, что происходит в результате окисления сахаров и приводит к тому, что овощи начинают выделять влагу, углекислый газ, отмечается значительная потеря питательных веществ, тепла и потеря в весе. Вследствие этого температура в овощехранилище повышается, поверхность овощей становится влажной, что создает благоприятные условия для развития бактерий и грибов, вызывающих заболевания овощей [1].

Если в помещении овощехранилища температура близится к нулю, все жизненные процессы овощей замедляются, дыхание становится едва заметным, в связи с этим наблюдается уменьшение выделения влаги, углекислоты и тепла, приостанавливается размножение микроорганизмов, которые развиваются во влажно-теплой среде. Запрещается допускать падение температуры внутри овощехранилища ниже нуля, овощи частично или совсем замерзают, вместе с этим происходит разрушение клеток, а у семенников и утрата прорастания.

Огромное значение для поддержания качества и свежести овощей имеет создание необходимой оптимальной влажности воздуха внутри овощехранилища [2, 3], при низкой влажности овощи сохнут и увядают. Нельзя допускать высокую относительную влажность [4, 5], это способствует прорастанию овощей, что сопровождается повышенным расходом питательных веществ и приводит к порче овощей. Основной задачей является проектирование и строительство овощехранилищ, главная задача которых заключается в обеспечении необхо-

димых условий для максимального поддержания качества, при которых все жизненные процессы в овощах максимально замедляются.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

К конструктиву овощехранилищ предъявляется ряд требований:

- полностью изолировать картофель и овощи от действия внешних факторов [6] — высокой или низкой температуры, влажного наружного воздуха, атмосферных осадков и пр.;

- оградить овощные культуры, в особенности картофель и корнеплоды, от вредного влияния дневного света [7];

- сохранить внутри хранилища на весь период хранения овощей, независимо от времени года, погоды и климатических условий, определенную, без резких суточных колебаний температуру в пределах: для картофеля от 2 до 4 °С, для корнеплодов от 0 до 1 °С, для капусты продовольственной от –1 до –3 °С, для лука-матки от 2 до 10 °С, для лука-севка на период хранения осенью и весной от 18 до 25 °С, зимой от –1 до –3 °С [8];

- обеспечить организационный воздухообмен [9, 10] и постоянную относительную влажность воздуха внутри хранилища в зависимости от вида хранимых овощей: для картофеля 85–95 %, для корнеплодов и капусты 90–95 %, для лука-репки продовольственного 60–80 %, для лука-матки 50–70 %, для лука-севка в осенне-весенний период 50–70 % и в зимний период 60–80 %;

- обеспечить возможность легкой очистки и проведения различных видов дезинфекции оборудования и помещения в целом [11, 12].

Овощехранилища по своему устройству делятся на:

- наземные;
- полузаглубленные;
- заглубленные.

Наземные расположены полностью на поверхности земли, а полузаглубленные и заглубленные отличаются между собой тем, что у первых высота

заглубления меньше половины общей высоты овощехранилища в отличие от второго типа.

Для постройки современных овощехранилищ требуются следующие материалы [13]:

- деревянные бруски сечением 50×50 мм, необходимые для создания несущего каркаса;
- полиэтиленовая пленка, служащая в качестве пароизоляции;
- доски толщиной 10 мм для защиты пароизоляции и утеплителя от механических повреждений;
- пенопласт, служащий в качестве утеплителя для сооружения;
- мембрана Planter для защиты утеплителя от влаги, ветра и грызунов;
- выпускная ПВХ труба для выпуска углекислого газа и влаги из овощехранилища;

• металлический козырек, предназначенный для предотвращения попадания атмосферных осадков в сооружение через выпускную трубу.

При возведении овощехранилищ традиционным методом используются материалы следующего типа [14]:

- деревянные бревна для создания несущего каркаса овощехранилища;
- грунт, предназначенный для аккумуляции теплого воздуха внутри сооружения [15];
- солома, служащая в качестве утеплителя сооружения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рис. 1 и 2 представлены традиционные конструкции для временного, полевого хранения овощей в зимних условиях для больших предприятий [16, 17].

Рис. 1. Глухая траншея для хранения картофеля (с двухслойным укрытием): 1 — деревянная трубка для буртового термометра; 2 — картофель; 3 — буртовый термометр; 4 — окончательное укрытие землей; 5 — укрытие соломой; 6 — первоначальное укрытие землей

Рис. 2. Траншея с утепленным покрытием: 1 — канавка 25×25 см; 2 — перекладина и жерди; 3 — термометры; 4 — вентиляционная труба; 5 — вытяжная шахта; 6 — перекладина-бревно; 7 — жерди; 8 — слой соломы 50–60 см; 9 — слой земли 50 см

К основным плюсам данной конструкции относятся:

- расположение сооружения в земле, что позволяет внутри помещения создавать комфортную температуру для овощей;

- нет необходимости в материалах, конструкция строится из подручных средств.

Среди основных недостатков можно выделить:

- расположение конструкции в грунте затрудняет настройку температуры внутри помещения;

- грунтовые воды. Данная постройка предназначена для участков, где уровень грунтовых вод находится на 1,5 м ниже пола хранилища, а если выше, то такая конструкция не подходит для этой местности;

- сложность обеспечения вентиляции. В подземных овощехранилищах ее выполнение очень затруднительно;

- сооружение уязвимо для грызунов и насекомых;
- нет свободного доступа к овощам;

- большой охват территории. Сооружения мы рассматриваем под большие сельскохозяйственные предприятия и, вследствие этого, вместе с автомобильными дорогами, доступом автомашин к овощехранилищам, требуется большая земельная площадь;

- мобильность. Хранилище невозможно перевезти или переместить;

- свободный доступ для воровства. Территория не обеспечена охраной.

Таким образом, данная конструкция не подходит под наши требования, а именно не соответствует: технологичности, экономичности, мобильности, практичности и рентабельности, и самое главное, не позволяет сохранять продукцию в наилучшем виде и качестве.

На рис. 3 показан внешний вид современной конструкции для хранения овощей в полевых условиях и в зимний период времени.

Сооружение состоит из вертикальных ограждающих конструкций, основания и перекрытия. На рис. 4 представлен внешний вид вертикальной ограждающей конструкции.

Вертикальные ограждающие конструкции состоят из деревянных брусков сечением 50×50 мм, заранее пропитанных антигрибковыми средствами, деревянный каркас проклеивается пароизоляцией, чтобы влага от овощей не проникала в утеплитель и тем самым не уменьшала его эффективность. Далее поверхность зашивается защитным слоем из досок толщиной 10 мм для защиты от механических повреждений пароизоляции и утеплителя, затем из досок укладывается утеплитель с перекрестным утеплением, дабы избавиться от лишних мостиков холода. После утепления конструкции периметр проклеивается влаго-ветрозащитой, предназначен-

а

Рис. 3. Внешний вид современной конструкции для хранения овощей в полевых условиях в зимний период времени:
a — общий вид; b — разрез

Рис. 4. Внешний вид вертикальной ограждающей конструкции

ной для защиты утеплителя от атмосферных осадков и ветра.

На рис. 5 приведен внешний вид основания сооружения.

Основание выполнено из конструкций № 1–3 и поддона с сеном (сено необходимо для предотвращения промерзания брусков и создания лишнего мостиков холода). Конструкции № 1–3 выполнены также из деревянных брусков 50×50 мм, заранее пропитанных антигрибковыми смесями. Конструкции № 1 и 2 предназначены для эффективного

утепления основания, которое устраивается перекрестным методом, это позволяет избавиться от мостиков холода и промерзания брусков. Конструкция № 3 предназначена для создания необходимого воздушного зазора для улучшения конвекции воздуха внутри конструкции. Подошва конструкции № 3 проклеивается пароизоляцией для предотвращения попадания влаги в утеплитель, а верхушка зашивается досками, служащими для защиты пароизоляции и утеплителя основания от механических повреждений.

Рис. 5. Внешний вид основания конструкции: а — конструкция № 1; б — конструкция № 2; с — конструкция № 3; d — поддон с сеном

На рис. 6 показан внешний вид перекрытия сооружения.

К перекрытию относится конструкция № 4, похожая по назначению с конструкцией № 3 для создания воздушного пространства, служащего для лучшей конвекции воздуха. В перекрытии пароизоляция проклеивается сверху конструкции и утепляется. Вытяжная труба устанавливается примерно высотой 1 м, это сделано для того, чтобы увеличить сопротивление выходящего тепла и создать благоприятную температуру внутри овощехранилища. Вытяжная труба также утепляется в обязательном порядке. Над вытяжной трубой размещается защитный козырек, предназначенный для защиты от атмосферных осадков, если конструкция будет стоять без защитного навеса.

К основным преимуществам данного сооружения относятся:

- настраивание оптимальной температуры под различные овощи не представляется сложным. Сооружение эксплуатируется на поверхности земли и является наземной конструкцией. Если вдруг термометр внутренней температуры сооружения показывает недопустимые показатели, то происходит увеличение или уменьшение утепляемого слоя [18, 19] либо проделываются дополнительные приточные отверстия для воздуха;

- грунтовые воды данной конструкции не предоставляют опасений. Сооружение — наземное. От осадков хранилище защищено козырьком и влаго-ветрозащитой по периметру конструкции, при необходимости сооружаются навесы, и конструкция хранится под навесом;

- вентилирование внутреннего пространства производится с помощью приточных отверстий, расположенных по бокам конструкции и вытяжной

a

b

Рис. 6. Внешний вид перекрытия конструкции: a — конструкция № 4; b — деревянный брусок

трубы на перекрытии сооружения. Для наилучшей конвекции воздуха между ящиками выдержаны специальные воздушные зазоры, позволяющие не задерживаться углекислому газу и влаге [20, 21];

- от грызунов сооружение защищено мембраной Planter, одновременно служащей ветро-влагозащитой [22, 23];

- сооружение является доступным. Если потребуется забрать или добавить часть овощей, открывается крышка перекрытия, и производятся все необходимые действия;

- сооружение собирается для уменьшения трудозатрат данного сооружения из заранее смонтированных комплектующих, а именно: ограждающих конструкций, основания и перекрытия [24];

- удобное расположение конструкции. Располагается как угодно по желанию человека [25];

- мобильность и модернизация. Сооружение можно перевезти, разобрать, увеличить в объеме и дополнить различными нововведениями [26];

- перевозка овощей на большие расстояния заказчику или потребителю производится в данной конструкции [27];

- экономичность, материалы, используемые в данной конструкции, по рыночным ценам стоят недорого. По расчетам, цена сооружения на одну тонну овощей составляет 7500 руб. [28];

- сооружение соответствует экологическим стандартам [29–31].

К основным недостаткам сооружения можно отнести:

- сложность доставки материалов, так как сооружение расположено в поле;

- свободный доступ для воровства, без обеспечения охраны;

- проектирование под каждый регион. Климатические условия везде разные, и толщина уте-

плителя рассчитывается под определенный регион отдельно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, после рассмотрения перспектив реализации современного, технологического сельскохозяйственного строительства можно сделать вывод о положительной тенденции развития данной отрасли. На основании проведенного исследования следует отметить, что применение вышеописанной технологии позволит создать благоприятную атмосферу на рынке строительства. Конструкции, возводимые по современным технологиям, в сравнении с традиционными сооружениями, более удовлетворяют заданным в статье задачам, это:

- технологичность;
- экономичность;
- экологичность;
- мобильность;
- доступность;
- практичность;
- рентабельность.

Их использование дает возможность в полном объеме извлечь пользу от агропромышленного производства как для людей, так и для самого производства. Применение современных технологий строительства на сельскохозяйственных территориях делает всю систему агрокомплекса безопасной для продуктов, животных и населения. Так как в России сельскохозяйственные технологии строительства находятся на стадии развития, их апробирование на сельскохозяйственных территориях приведет к значимому прогрессу в строительной отрасли. На основе вышесказанного можно сделать вывод, что в нашей стране есть все предпосылки для активного внедрения технологичности в агропромышленное производство и укрепления позиций на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормов Д.А., Шевченко А.А. Влияние озоно-воздушной обработки на фитопатогенную микрофлору в овощехранилище // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 13. С. 208–210.

2. Ушаков Г.Н., Хужакулов С.М., Рузикулов Г.Ю., Курбанов Ж. Расчет температурно-влажностного режима ограждений овощехранилища с учетом климатических условий // Молодой ученый. 2012. № 1–1. С. 40–45.

3. Шавкунов М.Л. Методы поддержания заданной влажности в овощехранилищах // Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции : мат. Всеросс. науч.-практ. конф. 2015. С. 157–159.

4. Моисеенко А.М., Лысак О.Г. Моделирование температурно-влажностного режима в зданиях картофеля-овощехранилищ // Строительство и реконструкция. 2016. № 2 (64). С. 77–84.

5. Моисеенко А.М., Лысак О.Г. Температурно-влажностный режим в овощехранилищах // Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. 2014. С. 87–92.

6. Потапов А.С., Орешкина М.А. Обзор фундаментов и изоляции при проектировании овощехранилищ (картофелехранилищ) // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика : сб. ст. победителей IV Междунар. науч.-практ. конф. 2016. С. 68–71.

7. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А. Инновации в изоляции складов и овощехранилищ // АРК News. 2018. № 4. С. 38–39.
8. Воробьев Д.А., Олин Д.М. Разработка системы микроклимата овощехранилищ малых фермерских хозяйств для хранения картофеля и моркови // Актуальные вопросы развития науки и технологий : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. мол. уч. Ко-стромская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 204–209.
9. Бодров М.В. Эффективность применения вихревых воздухоохладителей в овощехранилищах // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. № 8 (620). С. 66–71.
10. Узakov Г.Н., Кадырова Д.Н., Вардияшвили А.Б., Захидов Р.А. Использование теплонасосной установки в замкнутой системе энергоснабжения и вентиляции овощехранилищ // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 3. С. 79–80.
11. Шевченко А.А. Озонирование овощных культур в овощехранилище // Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год : сб. ст. по мат. 73-й науч.-практ. конф. преп. 2018. С. 635–636.
12. Сергина Н.М., Мутуев Ч.М. Способ активизации воздухообмена в контейнерах при общеобменной вентиляции в овощехранилищах // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: материалы 6-й Международной научной конференции. 2008. С. 264–266.
13. Печенцов И.М. Современные инновационные технологии для строительства овощехранилищ в Пермском крае // Молодежная наука 2017: технологии и инновации : мат. Всеросс. науч.-практ. конф. Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, 2017. С. 217–219.
14. Лебедев Д.В., Михайлов А.А. Овощехранилище // Новая наука: теоретический и практический взгляд. 2016. № 4–2 (75). С. 166–168.
15. Мансуров А.А., Шайкулов А.Р., Тилалов Ю.С., Даматов Н.К., Рахмонов Ф.Г. Аккумуляция холода для хранения сельскохозяйственной продукции в подземном овощехранилище // Инновационный путь развития АПК : сб. науч. тр. по мат. XXXIX Междунар. науч.-практ. конф. проф.-преп. состава. Ярославская ГСХА, 2016. С. 10–16.
16. Пшеничная Н.Н. Эколого-хозяйственная оценка территории. Уссурийск : Приморская ГСХА, 2015. 81 с.
17. Стрельникова К.А., Ошменский А.С. Сравнительный анализ конструкций для строительства овощехранилищ // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2015. № 6. С. 137–140.
18. Моисеенко А.М. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению сохранности сельскохозяйственной продукции при временном отключе-нии системы энергоснабжения овощехранилищ // Энергообеспечение и строительство : сб. мат. III Междунар. выставки — Интернет-конференции памяти профессора В.Г. Васильева (к 60-летию со дня рождения). 2009. С. 250–255.
19. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Тучаев Д.У., Петровский Е.С. Энергоэффективное утепление продовольственных складов и овощехранилищ // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1 (361). С. 65–67.
20. Нормов Д.А. Экологически чистый способ дезинфекции овощехранилищ // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2010. № 1–2 (1–5). С. 78–82.
21. Абрамов Г.М. Децентрализованная система вентиляции для картофеля-овощехранилищ // Агропромышленный комплекс России: актуальные проблемы и пути их решения. Энергосберегающие технологии содержания сельскохозяйственных животных : науч.-практ. конф. 1997. С. 87–89.
22. Беззубцева М.М., Тюпин С.В. Ультразвуковые технологии в овощехранилищах. Санкт-Петербург, 2009.
23. Guixot A. Планирование мероприятий по борьбе с насекомыми — вредителями и грызунами в овоще- и плодохранилищах (Испания) // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2009. № 2. С. 503.
24. Субботин А.С., Сборщиков С.Б. Организационные основы создания и функционирования интегрированных структур в инвестиционно-строительной сфере // Вестник МГСУ. 2014. № 4. С. 167–171.
25. Тимофеев В.Н., Васильева И.Г. Повышение эффективности хранения овощей на объектах общественного питания // Научно-технический вестник Поволжья. 2010. № 2. С. 162–166.
26. Хазиахметова А.А., Субботин А.С. Организационно-технологические мероприятия по строительству объектов утилизации отходов на сельскохозяйственных предприятиях с применением биотехнологий // Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли : сб. мат. семинара. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии, 2019. С. 94–99.
27. Владимиров В.В., Белов В.В., Филиппова С.П. Инвестиционные стратегии агропроизводителей в условиях импортозамещения // Известия Международной академии аграрного образования. 2017. № 32. С. 55–59.
28. Черемисин М.В. Как современное овощехранилище может спасти российского производителя в кризис? // Холодильная техника. 2016. № 1. С. 36–37.
29. Полякова Т.В., Сайбель А.В., Халезин С.В. Строительство и экология // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–2 (23). С. 204.

30. Тарасенкова А.А., Субботин А.С., Ундозеров В.А. Методы экологического строительства на сельскохозяйственных территориях // Наука о Земле и окружающей среде: материалы конференции. 2019. С. 1–6.

31. Кондратенко Т.О., Сайбель А.В. Оценка воздействия строительного производства на окружающую среду // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–2 (23). С. 153.

Поступила в редакцию 12 апреля 2020 г.

Принята в доработанном виде 4 мая 2020 г.

Одобрена для публикации 29 мая 2020 г.

ОБ АВТОРАХ: Владислав Николаевич Ушаков — бакалавр кафедры механики грунтов и геотехники; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ushakov_ing@mail.ru;

Артем Сергеевич Субботин — кандидат технических наук, доцент кафедры строительства тепловой и атомной энергетики; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 6170-0748, Scopus: 57152374800, ORCID: 0000-0001-7191-0544; subbotin-art@mail.ru;

Дмитрий Витальевич Лисин — бакалавр кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; dm7lis@yandex.ru.

INTRODUCTION

Construction of a high-tech, modern and temporary vegetable storehouse is necessary to maintain the quality of vegetables, as well as to keep them fresh, when stored in the winter season. After harvesting vegetables with their subsequent storage, the life processes continue in vegetables, namely: they breathe, evaporate moisture, germinate and ripen, as these processes are accompanied by chemical and physiological changes in the composition of vegetables.

A particularly adverse factor is their increased respiration, this natural process is the result of oxidation of sugars, and most importantly, it is accompanied by the fact that vegetables begin to emit moisture, carbon dioxide, a significant loss of nutrients, heat and weight is observed. As a consequence, the temperature in the vegetable storehouse rises and the surface of vegetables becomes wet, which creates favorable conditions for the growth of bacteria and fungi that cause vegetable diseases [1].

If the temperature in a vegetable storehouse is close to zero, all life processes of vegetables are slowed down, breathing becomes barely perceptible, due to this there is a decrease in the release of moisture, carbon dioxide and heat, the reproduction of microorganisms that develop in a wet and warm environment stops. It is forbidden to allow the temperature inside the vegetable storehouse to drop below zero, vegetables partially or completely freeze, along with the destruction of cells and the seeds stop to germinate.

The creation of necessary optimal air humidity inside the vegetable storehouse [2, 3] is of great importance for assurance of quality and freshness of vegetables; vegetables dry and wither at low humidity. High

relative humidity [4, 5] is not allowed, it will contribute to germination of vegetables, which is accompanied by increased consumption of nutrients and leads to spoilage of vegetables. The main task is the design and construction of vegetable storehouses that must provide the necessary conditions for maximum quality assurance, in which all life processes in vegetables are maximally slowed down.

MATERIALS AND METHODS

The design of vegetable storehouses must meet a number of requirements:

- completely isolate potatoes and vegetables from external factors [6]: high or low temperature, moist outdoor air, atmospheric precipitation, etc.;
- protect vegetable crops, especially potatoes and root crops from harmful effects of daylight [7];
- keep inside the storehouse for the entire period of storage of vegetables, regardless of season, weather and climatic conditions, the temperature determined without extreme daily variations in the following ranges: for potatoes — from +2 to +4 °C, for root crops — from 0 to +1 °C, for cabbage — from –1 to –3 °C, for uterus onions — from +2 to +10 °C, for planting onions for the storage period in autumn and spring — from +18 to +25 °C, in winter — from –1 to –3 °C [8];
- ensure organizational air change [9, 10] and constant relative humidity inside the storage depending on the type of stored vegetables: for potatoes 85–95 %, for root crops and cabbage 90–95 %, for bulb onion 60–80 %, for uterus onions 50–70 %, for planting onion in autumn-spring period 50–70 % and in winter period 60–80 %;

- availability of easy cleaning and carrying out of various types of disinfection of equipment and premises as a whole [11, 12].

Vegetable storehouses are divided by their design to the following categories:

- above-ground;
- semi-underground;
- underground.

Above-ground storages are located entirely on the surface of the ground, and semi-underground and underground storages are different from each other, because the former have less than half the total height of vegetable storage, in contrast to the latter type.

The following materials are necessary for the construction of modern vegetable storehouses [13]:

- 50×50 mm wooden bars necessary to create the load-bearing framework;
- a polyethylene film that serves as a vapour barrier;
- 10 mm thick boards, necessary to protect the vapour barrier and the insulate against mechanical damage;

- foamed plastic that serves as insulation for the structure;

- PLANTER membrane, necessary to protect the insulation against moisture, wind and rodents;

- a PVC outlet pipe used to vent carbon dioxide and moisture from a vegetable storehouse;

- metal visor designed to prevent precipitation from entering the structure through the outlet pipe.

When erecting vegetable storehouses by the traditional method, the following materials are used [14]:

- wooden logs necessary to create the load-bearing frame of the vegetable storehouse;
- soil intended for accumulation of warm air inside the structure [15];
- straw that serves as insulation for the structure.

RESEARCH RESULTS

Figures 1 and 2 present traditional structures for temporary, field storage of vegetables in winter conditions for large enterprises [16, 17].

Fig. 1. A blind ditch for storing potatoes (with two-layer shelter): 1 — a wooden tube for storage clamp thermometer; 2 — potatoes; 3 — storage clamp thermometer; 4 — final soil cover; 5 — straw cover; 6 — original soil cover

Fig. 2. Trench with insulated coating: 1 — 25×25 cm groove; 2 — beam and poles; 3 — thermometers; 4 — ventilation pipe; 5 — exhaust shaft; 6 — beam-log; 7 — poles; 8 — 50–60 cm straw layer; 9 — 50 cm soil layer

The main advantages of this structure are:

- the location of the structure in the ground: this allows for a comfortable indoor temperature for vegetables;

- no materials are needed: the structure is built with the help of improvised means.

The main disadvantages are:

- the location of the structure in the ground makes it difficult to set the indoor temperature;

- ground water: this structure is designed for areas where the ground water level is 1.5 m below the storage floor, and if higher, this structure is not suitable for this area;

- difficult to provide ventilation: it is very difficult to perform this work in underground vegetable storehouse;

- the structure is very vulnerable to rodents and insects;

- there's no easy access to vegetables;

- much territory: we consider these structures for large agricultural enterprises and as a result, together with auto roads, too much land is required for vehicles to access vegetable storehouses;

- mobility: the storage cannot be transported or transferred;

- free access to thieves, no security on the territory.

Thus, the given structure does not suit our requirements, namely is not high-tech, efficient, mobile, functional and profitable, and the most important thing does not allow to keep products and assure its quality.

Figure 3 shows the appearance of a modern structure for storing vegetables in the field environment and in winter.

The structure consists of a vertical enclosing structure, foundation and floor. Figure 4 shows the appearance of the vertical enclosing structure.

Vertical enclosing structures consist of 50x50 mm wooden bars impregnated with antifungal agents in advance, then the wooden frame is glued with vapour barrier so that moisture from vegetables does not penetrate into the insulation and thus does not reduce its effectiveness, after the vapour barrier, the surface is sewn with a protective layer of boards 10 mm thick to protect the vapour barrier and insulation against mechanical damage, after the protective layer of boards heat insulation with cross-insulation is laid to get rid of unnecessary thermal bypass, when the insulation of the structure is completed, the perimeter is glued with moisture and wind protection designed to protect the insulation from atmospheric precipitation and wind.

Figure 5 shows the appearance of the foundation of the structure

The foundation is made of Structure No. 1, Structure No. 2, Structure No. 3, and a pallet with hay (hay is necessary to prevent freezing of the bars and creation of unnecessary thermal bypasses). Structure No. 1, Structure No. 2, and Structure No. 3 are also made of 50x50 mm wooden bars impregnated with antifungal mixtures. Structure No. 1 and Structure No. 2 are designed for effective thermal insulation of the foundation, which is arranged by a cross method that allows getting rid of ther-

a

Fig. 3. Appearance of modern structure for storage of vegetables in the field environment and in winter: *a* — general view; *b* — cross-section view

Fig. 4. Appearance of vertical enclosing structures

Fig. 5. Appearance of the foundation of the structure: a — structure No. 1; b — structure No. 2; c — structure No. 3; d — pallet with hay

mal bypasses and freezing of the bars. Structure No. 3 is designed to create the necessary air gap to improve air convection inside the structure. The foot of Structure No. 3 is glued with a vapour barrier to prevent moisture from entering the insulation, and the top is covered with boards used to protect the vapour barrier and the foundation insulation from mechanical damage.

Figure 6 shows the appearance of the floor of the structure

The floor includes Structure No. 4, similar in purpose to Structure No. 3 to create an air space serving for better air convection. In the floor, the vapour barrier is glued on top of the structure and insulated. The ventilation pipe is set at a height of approximately

1 m, this is to increase the resistance of the output heat and create a favorable temperature inside the vegetable storehouse. The ventilation pipe must also be insulated. A protective visor is placed above the ventilation pipe to protect against precipitation if the structure will stand without a protective canopy.

The main advantages of this facility include:

- setting the optimum temperature for different vegetables is not difficult. The structure is operated on the ground surface, and it is a ground structure, if suddenly the internal temperature thermometer of the structure shows unacceptable values, the insulated layer increases or decreases [18, 19] or additional air inlets are made;

Fig. 6. Appearance of the floor of the structure: *a* — structure No. 4; *b* — wooden bar

- groundwater of this structure is not a concern. The structure is ground based. The storage is protected from precipitation by a canopy and moisture and wind protection around the perimeter of the structure, canopies are erected if necessary and the structure is stored under a canopy;

- ventilation of the internal space is carried out with the help of air outlets located on the sides of the structure and the ventilation pipe located on the floor of the structure. There are special air gaps allowing carbon dioxide and moisture not to trap for the best air convection between the crates [20, 21];

- the structure is protected by a Planter membrane against rodents at the same time serving as wind and water protection [22, 23];

- this structure has access. If a part of the vegetables has to be taken or added, the floor cover is opened and all necessary actions are taken;

- the structure is assembled from pre-assembled components, namely: enclosing structures, foundation and floor. Purpose — to reduce the labor costs of this structure [24];

- convenient structure location. It is located as desired by a person [25];

- mobility and upgrades. The structure can be transported, dismantled, increased in volume and supplemented with various innovations [26];

- transportation of vegetables over long distances to the customer or consumer is performed in this structure [27];

- efficiency of this structure. The materials used in this structure are inexpensive at general market prices. It is estimated that the price of one ton of vegetables structure is 7,500 rubles [28];

- the structure meets environmental standards [29, 30, 31];

- the main disadvantages of the structure;
- the difficulty of delivering materials, as the structure is located in the field;
- free access to thieves, no security on the territory;
- individual design for each region: climatic conditions are different everywhere and the thickness of the insulation is calculated for a certain region separately.

CONCLUSIONS

Thus, after considering the prospects of modern, high-tech agricultural construction, we can draw a conclusion about a positive trend in the development of this industry. On the basis of the conducted research it is necessary to note that application of the above-described technology will allow creating friendly environment in the construction market. Structures erected using modern technologies, in comparison with traditional structures, more meet the tasks set in article, namely:

- processability;
- cost effectiveness;
- environmental friendliness;
- mobility;
- availability;
- functionality;
- profitability

This makes it possible to fully benefit from agricultural production, both for people and for the production itself. The application of modern construction technologies in agricultural areas makes the whole system of agricultural complex safe for products, animals and the population in general. Since in Russia agricultural construction technologies are at the stage of development, the testing of technologies in agricultural areas allows making significant progress in the construction industry. Based on the foregoing, it can be concluded that our country has all the prerequisites for the active introduction of technology in agricultural production and strengthening its position in the world market.

REFERENCES

1. Normov D.A., Shevchenko A.A. Ozone and air processing influence on vegetable storeroom phytopathogenic microflora. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2008; 13:208-210. (rus.).
2. Uzakov G.N., Khuzhakulov S.M., Ruzikulov G.Yu., Kurbanov Zh. Calculation of the temperature and humidity regime of vegetable storehouse fencing taking into account climatic conditions. *Young Scientist*. 2012; 1-1:40-45. (rus.).
3. Shavkunov M.L. Methods of maintaining a given humidity in vegetable storages. *Role of young innovative scientists in solving problems of accelerated import substitution of agricultural products: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. 2015; 157-159. (rus.).
4. Moiseenko A., Lysak O. Modeling of temperature and humidity mode in the potato-vegetable stores. *Construction and Reconstruction*. 2016; 2(64): 77-84. (rus.).
5. Moiseenko A.M., Lysak O.G. Temperature and humidity conditions in vegetable stores. *Resource-saving technologies in the storage and processing of agricultural products*. 2014; 87-92. (rus.).
6. Potapova A.S., Oreshkina M.A. An overview of the foundation and isolation when designing vegetable (potato storages). *Innovative research: theory, methodology, practice: collection of articles by winners of the IV International Scientific and Practical Conference*. 2016; 68-71. (rus.).
7. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A. Innovations in the isolation of warehouses and vegetable stores. *APK News*. 2018; 4:38-39. (rus.).
8. Vorobiev D.A., Olin D.M. Development of a microclimate system for vegetable storages of small farms for storing potatoes and carrots. *Actual issues of the development of science and technology: collection of articles of the International scientific and practical conference of young scientists*. Kostroma State Agricultural Academy, 2017; 204-209. (rus.).
9. Bodrov M.V. The effectiveness of the use of vortex air coolers in vegetable stores. *News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2010; 8(620): 66-71. (rus.).
10. Uzakov G.N., Kadyrova D.N., Vardiyashvili A.B., Zakhidov R.A. Using thermal pump installation in closed system of energy supply and ventilation for vegetable storage. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012; 3:79-80. (rus.).
11. Shevchenko A.A. Ozonation of vegetables in the vegetable store. *The results of research work for 2017: collection of articles based on the materials of the 73rd scientific and practical conference of teachers*. 2018; 635-636. (rus.).
12. Sergina N.M., Mutuev Ch.M. A method of activating air exchange in containers during general ventilation in vegetable stores. *The quality of internal air and the environment: materials of the 6th international scientific conference*. 2008; 264-266. (rus.).
13. Pechentsov I.M. Modern innovative technologies for the construction of vegetable stores in the Perm Territory. *Youth Science 2017: technologies and innovations: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Perm State Agricultural Academy named after academician D.N. Pryanishnikov, 2017; 217-219. (rus.).

14. Lebedev D.V., Mikhailov A.A. Vegetable store. *New science: theoretical and practical view*. 2016; 4-2(75):166-168. (rus.).
15. Mansurov A.A., Shaikulov A.R., Tilavov Yu.S., Damaev N.K., Rakhmonov F.G. Cold storage for storing agricultural products in the underground vegetable store. *The innovative way of developing the agro-industrial complex: collection of scientific papers based on the materials of the XXXIX International Scientific and Practical Conference of the faculty. FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy*. 2016; 10-16. (rus.).
16. Pshenichnaya N.N. *Ecological and economic assessment of the territory*. Ussuriysk, Primorskaya State Agricultural Academy, 2015; 81. (rus.).
17. Strelnikova K.A., Oshmensky A.S. Comparative analysis of structures for the construction of vegetable stores. *Energy-efficient technologies in the construction complex of the region*. 2015; 6:137-140. (rus.).
18. Moiseenko A.M. Evaluation of the effectiveness of measures to ensure the safety of agricultural products during a temporary shutdown of the energy supply system for vegetable storages. *Energy Supply and Construction: Proceedings of the III International Exhibition - Internet Conference. In memory of Professor V.G. Vasiliev (on the occasion of his 60th birthday)*. 2009; 250-255. (rus.).
19. Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Tuchaev D.U., Petrovsky E.S. Energy-efficient insulation of food warehouses and vegetable stores. *International Agricultural Journal*. 2018; 1(361):65-67. (rus.).
20. Normov D.A. An environmentally friendly way of disinfecting vegetable stores. *Emergencies: industrial and environmental safety*. 2010; 1-2(1-5):78-82. (rus.).
21. Abramov G.M. Decentralized ventilation system for potato and vegetable stores. *Russian Agriculture: Actual Problems and Solutions. Energy-saving technologies for keeping farm animals Scientific and practical conferences*. 1997; 87-89. (rus.).
22. Bezzubtseva M.M., Tyupin S.V. *Ultrasonic technologies in vegetable stores*. St. Petersburg, 2009. (rus.).
23. Guixot A. Planning of measures to control pests and rodents in ovosche- and fruit storage facilities (Spain). *Food and processing industry. Abstract journal*. 2009; 2:503.
24. Subbotin A.S., Sborshchikov S.B. Organizational Bases of Creation and Functioning of the Integrated Structures in the Investment in Construction Sphere. *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2014; 4:167-171. (rus.).
25. Timofeev V.N., Vasilieva I.G. Improving the efficiency of storage of vegetables in the catering. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*. 2010; 2:162-166. (rus.).
26. Khaziahmetova A.A., Subbotin A.S. Organizational and technological measures for the construction of waste disposal facilities at agricultural enterprises using biotechnology. *Geoecological problems of the technogenic stage of the history of the Earth: collection of materials from the seminar*. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Department of Engineering Surveys and Geoecology, 2019; 94-99. (rus.).
27. Vladimirov V.V., Belov V.V., Filippova S.P. Investment strategies under conditions of agricultural producers in import substitution. *News of the International Academy of Agricultural Education*. 2017; 32:55-59. (rus.).
28. Cheremisin M.V. How can a modern vegetable store save a Russian producer in a crisis? *Refrigeration Equipment*. 2016; 1:36-37. (rus.).
29. Poliakova T.V., Saybel A.V., Khalezin S.V. Building activity and ecology. *Engineering Journal of Don*. 2012; 4-2(23): 204. (rus.).
30. Tarasenkova A.A., Subbotin A.S., Undozrov V.A. Ecological construction methods in agricultural areas. *Earth and environmental science: collection of materials conferences*. 2019; 1-6. (rus.).
31. Kondratenko T.O., Saybel A.V. Assessment of impact of construction production on environment. *Engineering Journal of Don*. 2012; 4-2(23):153. (rus.).

Received April 12, 2020.

Adopted in a revised form on May 4, 2020.

Approved for publication May 29, 2020.

BIONOTES: **Vladislav N. Ushakov** — bachelor of the Department of Soil Mechanics and Geotechnics; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ushakov_ing@mail.ru;

Artem S. Subbotin — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction of Thermal and Nuclear Energy Facilities; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 6170-0748, Scopus: 57152374800, ORCID: 0000-0001-7191-0544; subbotin-art@mail.ru;

Dmitry V. Lisin — bachelor of the Department of Construction of Thermal and Nuclear Energy Facilities; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; dm7lis@yandex.ru.