

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОГО ПРОФИЛЯ



FEATURES OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF FOOD ENTERPRISES

Удодов Сергей Алексеевич

Кубанский государственный технологический университет

Шиян Денис Викторович

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Эффективность работы предприятий по переработке агропищевого сырья во многом зависит от рационального проектирования производственного здания, позволяющего организовать поточность производства на технологических линиях. Разнообразие подходов к выполнению строительной части выпускных квалификационных работ (ВКР), зависит от видов перерабатываемого сырья и ассортимента готовой продукции. Например, нет необходимости строить капитальное здание для переработки сезонного моносырья: зеленого горошка, сахарной кукурузы и стручковой фасоли. В этом случае можно обойтись быстровозводимыми конструкциями. Цель исследования заключалась в пояснении особенностей выполнения строительной части ВКР студентами вузов пищевого профиля. Для достижения поставленной цели приведено описание современных подходов к строительству перерабатывающих предприятий. Представлены варианты схем производственных зданий для переработки агропищевого сырья. Приведена характеристика бетонных смесей и растворов.

Ключевые слова: проектирование предприятий, ВКР, строительные решения, этажность зданий, бетоны, 3D-печать.

Udodov Sergey Alekseevich

Kuban State Technological University

Shiyan Denis Viktorovich

Kuban State Technological University

Annotation. The efficiency of enterprises for the processing of agro-food raw materials largely depends on the rational design of the production building, which allows organizing the flow of production on technological lines. A variety of approaches to the implementation of the construction part of the final qualification works (WQR) depends on the types of processed raw materials and the range of finished products. For example, there is no need to build a capital building for processing seasonal mono-raw materials: green peas, sweet corn and green beans. In this case, you can get by with prefabricated structures. The purpose of the study was to explain the features of the construction part of the WQR by students of higher educational institutions of the food profile. To achieve this goal, a description of modern approaches to the construction of processing enterprises is given. Variants of schemes of industrial buildings for the processing of agro-food raw materials are presented. The characteristics of concrete mixtures and mortars are given.

Keywords: Enterprise design, WRC, building solutions, number of storeys, concrete, 3D printing

Введение. Российская программа импортозамещения в области выпуска продукции из агропищевого сырья, позволила в сравнительно короткие сроки организовать промышленное производство многокомпонентных пищевых продуктов на мясной, молочной и рыбной основе. Однако сроки введения в строй новых перерабатывающих предприятий во многом зависят от темпов изготовления строительных конструкций, монтажа технологического оборудования и компетенции специалистов.

На кафедре «Технология продуктов питания животного происхождения» накоплен положительный опыт учебного проектирования предприятий пищевого профиля. Значительный вклад в подготовку студентов к проектированию перерабатывающих предприятий внес Тимошенко Николай Васильевич, бывший генеральный директор ЗАО «Тихорецкий мясокомбинат», Герой Труда Кубани, Почетный профессор КубГТУ, д.т.н., профессор. С его участием подготовлен и опубликован ряд учебных пособий по проектированию и строительству мясных, молочных и рыбных предприятий [1–4].

Оригинальный подход к подбору строительных конструкций для быстровозводимых промпредприятий предложил Кочерга Александр Васильевич, бывший директор проектного института Краснодарагроспецпроект, заслуженный строитель РФ, почетный

строитель РФ, заслуженный строитель Кубани, Почетный профессор КубГТУ, доцент ВАК. Он долгие годы вел занятия по проектированию предприятий на кафедрах «Технология мясных и рыбных продуктов» и «Технология продуктов питания животного происхождения». Студенты до настоящего времени пользуются его трудами по проектированию пищевых предприятий [5, 6]. На рисунке 1 показан внешний вид обложек учебных пособий по проектированию предприятий консервной, мясной и рыбной промышленности.



Рисунок 1 – Внешний вид обложек учебных пособий по проектированию предприятий консервной, мясной и рыбной промышленности

Опубликованы учебные пособия по проектированию и строительству заводов по выпуску плодоовощных и мясных консервов [7–9]. Известны источники научнотехнической литературы, с описанием опыта работы концерна BASF по устройству полов на пищевых предприятиях и защите сопряженных несущих конструкций [10], по особенностям монтажа вентиляционных систем [11], проектированию предприятий по выпуску пищевых и биотехнологических предприятий [12], предприятий по переработке мяса и молока [13], по организации пищевых технологий и проектированию предприятий торговли [14].

Совместно со специалистами КубГАУ разработаны материалы по проектированию и строительству винодельческих предприятий [15, 16]. Дагестанские специалисты также занимаются вопросами проектирования и строительства предприятий по переработке агропищевого сырья [17].

На кафедре «Производство строительных конструкций и строительной механики» КубГТУ изучается влияние вяжущих композитов под нагрузкой, для бетонных смесей с различным содержанием воды и цемента. Установлено, что превращение гексагональных гидроалюминатов в кубические происходит быстрее с ростом водоцементного отношения в образцах при сжатии [18]. Преподаватели кафедры стремятся дать студента современные представления по аддитивному производству строительных объектов методом 3D-печати [19]. Использование методов математического планирования эксперимента позволило оптимизировать соотношение реологических, напряженно-деформационных, физических и механических свойств исходных компонентов в обеспечении монолитности «печатных» конструкций.

Варианты схем производственных зданий для переработки агропищевого сырья

После ряда проведенных преобразований в нашей стране широкое применение получили здания одноэтажные и смешанной этажности, что позволяет разместить в них производства малой и средней мощностей. В отдельных случаях, когда в проекты

строительства предприятий закладываются технологии с вертикальной поточностью или при отсутствии земельного участка достаточной площади, отведенного под строительство, используют здания с многоэтажными схемами. Для переработки сезонного моносырья: зеленого горошка, сахарной кукурузы и стручковой фасоли, пригодны быстровозводимые, а не капитальные здания.

В соответствии с нормами технологического проектирования агроперерабатывающие пищевые предприятия рекомендовано размещать в одно или двухэтажном исполнении.

На рисунке 2 представлены некоторые конструктивные схемы одноэтажных зданий, используемых в промышленном строительстве. Здания с неполным каркасом.

При этой схеме, как правило, отсутствуют несущие элементы каркаса здания (колонны) у наружных стен, которые выполняют не только ограждающие, но и несущие функции, воспринимая нагрузки внешних воздействий, покрытий или перекрытий здания. В случае недостатка расчетной толщины стены устраивают местные утолщения (пилястры). Сами стены опираются на ленточные фундаменты. Внутри здания используются обычные колонны (рис. 2, б).

Бескаркасные здания возводят с применением конструктивных схем без колонн, а нагрузки от покрытий и перекрытий воспринимаются наружными и внутренними стенами (рис. 2, в). В бескаркасных, как и в зданиях с неполным каркасом, стены опираются на ленточные фундаменты.

Для построек складского назначения, гаражей технологического автотранспорта, хранилищ оборудования и транспорта сельскохозяйственного назначения могут быть использованы схемы шатрового типа (рис. 2, г).

Каркасные здания могут иметь полный каркас (рис. 2, а) и представляют конструктивную систему, состоящую из колонн, связанных между собой балками, фермами и смонтированными по ним плитами перекрытия или покрытия. В качестве несущих элементов полнокаркасного здания могут быть использованы конструкции из железобетона или металлического профиля.

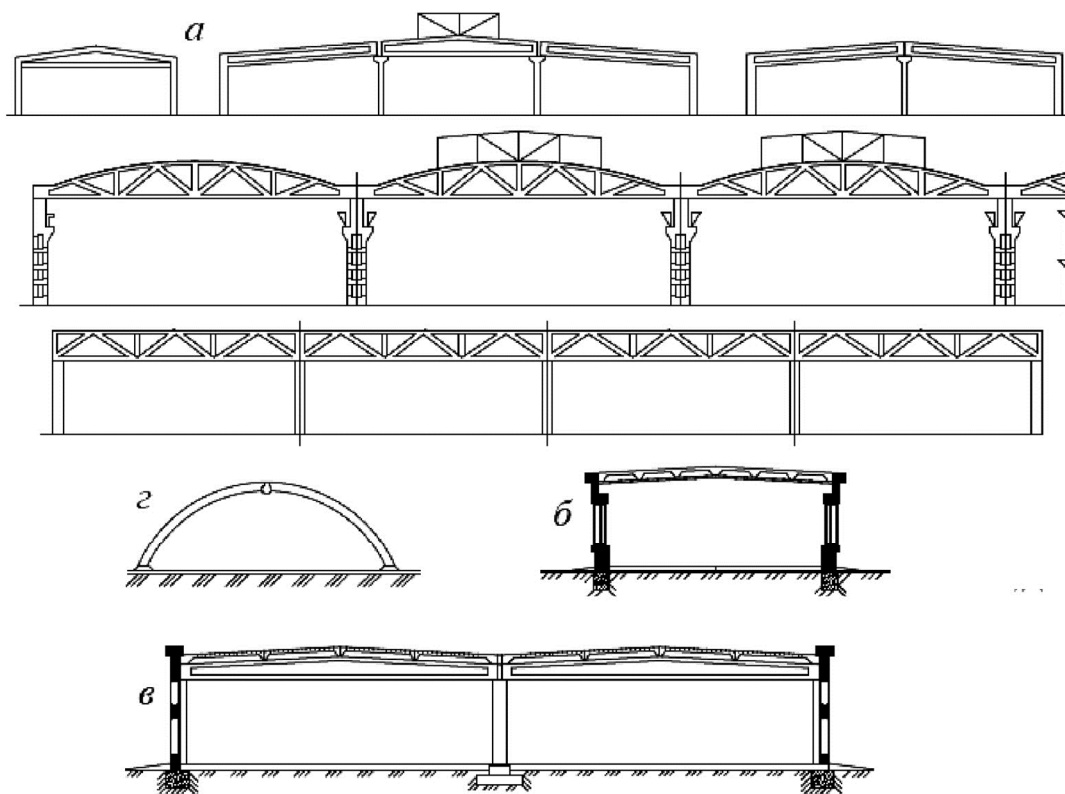


Рисунок 2 – Конструктивные схемы одноэтажных промышленных зданий: а – однопролетного, двухпролетного и трехпролетного с применением двускатных балок, многопролетных с применением ферм со скатной кровлей и с плоской кровлей; б – бескаркасные; в – с неполным каркасом; г – шатровые

На рисунке 3 показан внешний вид двухэтажного промышленного здания.



Рисунок 3 – Внешний вид двухэтажного промышленного здания

В зданиях с полным каркасом ограждающие конструкции (стены) воспринимают и передают на основание нагрузку от собственного веса и атмосферных воздействий (ветра, осадки). В качестве материала могут использоваться штучные изделия (кирпич, блоки), а при каркасах из металла – навесные (различные панели, в том числе и сэндвич-панели).

Складывающееся положение в агропищевой отрасли требует проведение ее модернизации, реконструкции и расширения действующих производств, создания новых производств с передовыми технологиями.

Решить эти задачи прежними методами с использованием строительных конструкций из «тяжелого» бетона и железобетона не представляется возможным.

Для этих целей в мировой практике и в нашей стране все шире находят применение сооружения перерабатывающих производств из облегченных металлических конструкций с использованием панелей металлических, трехслойных с утеплителем из минеральной ваты на базальтовой основе. На рисунке 4 показана панель стеновая трехслойная с минеральной ватой.

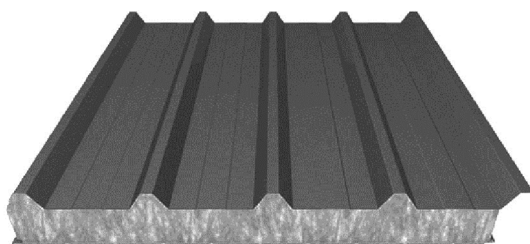


Рисунок 4 – Панель стеновая трехслойная с минеральной ватой

Качество выполняемых строительных работ во много зависит от качества используемых материалов и изделий. Нарушение технологии производства, отсутствие должного контроля, низкое качество применяемого сырья – это основные факторы, приводящие к появлению на рынке материалов и изделий, не соответствующих требованиям стандартов и технических условий.

Строительные материалы и изделия характеризуют такие свойства, как прочность, средняя плотность, морозостойкость, теплопроводность, водостойкость и др.

При осуществлении производства строительного-монтажных работ на объекте нередко приходится готовить непосредственно на месте различные бетонные, штукатурные смеси и др. В этом случае необходимо организовать отбор проб контрольных образцов с последующей передачей их на испытания в аккредитованные строительные лаборатории.

Существуют также и ускоренные методы оценки качества строительных материалов с применением современного стационарного или переносного оборудования.

Используемые строительные материалы подразделяют на природные, добываемые в естественной среде, и искусственные, изготавливаемые в процессе их производства.

Строительные материалы классифицируют также по назначению, области применения и технологическому признаку их изготовления. К особой группе относят теплоизоляционные материалы.

В качестве обязательных составляющих многих строительных материалов используются вяжущие, которые подразделяют на минеральные (неорганические) и синтетические. Минеральные вяжущие – цементы, известь, гипс, магнезиальные вяжущие, жидкое стекло; органические вяжущие – битумы, дегти, казеиновый клей; синтетические вяжущие – все разновидности синтетических смол.

Использование местных строительных материалов значительно повышает экономическую эффективность строительства.

Бетонные смеси и растворы

Бетон представляет собой искусственный каменный материал, состоящий из цемента в качестве вяжущего, песка, щебня (или гравия) в качестве заполнителя и воды, вносимых в определенных пропорциях. Бетонную смесь получают путем тщательного перемешивания перечисленных компонентов. В случае необходимости в отдельных случаях в данную смесь дополнительно вносят различные добавки.

До затвердения такая смесь находится в пластичном состоянии, что позволяет транспортировать ее к местам использования (укладки) и формовать из нее бетонные изделия и конструкции требуемой конфигурации. По своему физическому состоянию бетонная смесь занимает промежуточное положение между упругостью и прочностью структуры. После преодоления прочности структуры бетонная смесь обретает свойства вязкой жидкости, что используется при транспортировке бетона, его укладке и уплотнении.

Для изготовления отдельных изделий и конструкций требуются жесткие и подвижные бетонные смеси, а влияние на состояние этих смесей оказывает ее удобоукладываемость – способность заполнять форму при утрамбовывании с образованием плотной, однородной массы. Оценивается удобоукладываемость по трем показателям – подвижности, жесткости и связности смеси. Удобоукладываемость позволяет различать жесткие подвижные бетонные смеси.

Внешние механические усилия, в том числе сила тяжести, давление, создаваемое в бетононасосе во время подачи бетонной смеси к месту укладки, вибрационное воздействие для уплотнения смеси при формировании изделий или конструкций нарушает взаимодействие между составляющими бетонной смеси и ведет к уменьшению ее структурной прочности. Бетонная смесь, таким образом, разжижается и приобретает способность перемещаться по трубопроводам, лоткам и заполнять опалубку изготавливаемых конструкций под действием силы тяжести. Явление разжижения бетонной смеси обратимо, и после прекращения механического воздействия прочность структуры смеси восстанавливается и вновь возрастает.

Приведенные сведения об изменении структурного состояния бетонной смеси позволяют использовать это свойство при перекачивании ее бетононасосами, при виброуплотнении бетона для формирования изделий или конструкций способом распалубки.

Используемые в строительстве бетоны характеризуются также средней плотностью и прочностью.

Бетоны по плотности делят на тяжелые – с ρ_{cp} от 2000 до 2500 кг/м³, облегченные – с ρ_{cp} от 1500 до 2000 кг/м³, легкие – с ρ_{cp} менее 1500 кг/м³. Тяжелые и облегченные бетоны обычно используют для изготовления конструкций. Та или иная средняя плотность в бетонах достигается за счет использования различных видов крупных заполнителей.

Для определения прочности (марки) бетона используют образцы – кубы с ребрами 7, 10, 20 и 30 см. Марка бетона равнозначна прочности на сжатие в МПа, умноженной на 10. В соответствии со сводом правил СП 63.13330.2012 «Бетонные и желе-

зобетонные конструкции. Основные положения» изготавливаются следующие марки бетонов: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700 и 800. Прочность бетонов зависит, в основном, от марки цемента R_c , его количества и воды в нем. Немаловажны и условия твердения бетонной смеси.

Строительные растворы подразделяются на обыкновенные и легкие. Растворы состоят из вяжущего мелкого заполнителя и воды. По используемому в растворе вяжущему они делятся на цементные, известковые, гипсовые и смешанные, а в области применения подразделяются на кладочные, отделочные и специальные.

Основными свойствами растворной смеси являются пластичность и однородность.

Пластичность способствует хорошей укладке на поверхность кирпича, бетона или оштукатуриваемую поверхность. В отличие от жестких, при нанесении пластичных растворов на поверхности не образуются разрывы или как их называют трещины. Признаком хорошего качества раствора будет являться отсутствие сползания раствора.

Основное свойство затвердевших растворов определяется его маркой (прочностью), а также силой сцепления с основой конструктива. Нормативной базой установлены следующие марки растворов: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 и 300 кг/см². Растворы марок 4, 10 и 25 изготавливают, используя в качестве вяжущего известь или другие местные материалы марок 25, 50 и 75 – на смешанных вяжущих (цемент + известь), а марок 100 и выше – с использованием портландцемента в составе смеси.

Марку прочности растворов определяют на образцах в виде кубиков размерами 7,07×7,07×7,07 см. Также допустимо производить испытание балочек размером 4×4×16 см.

Растворы классифицируют и по морозостойкости (МРЗ) – их подразделяют на следующие классы: 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 и 300.

Следует отметить, что традиционные технологии строительства во многом устарели, требуют серьезных капиталовложений и затрат времени на строительство. В современных реалиях, когда бизнесу нужно построить и начать эксплуатацию нового здания в кратчайшие сроки с минимальными издержками.

Приступая к проектированию строительства или реконструкции перерабатывающего предприятия необходимо оценить и обосновать целесообразность проекта, сформировать эскизный план производства продукции, сформулировать требования на проектирование, собрать комплект исходно-разрешительных документов, выполнить диагностику существующей инфраструктуры, разработать эксплуатационную документацию.

После выполнения пуско-наладочных работ сформировать требования к техническому обслуживанию технологических линий.

Особое внимание следует уделить экологической безопасности объекта строительства, системам инженерной инфраструктуры: электроснабжения, газоснабжения, водоснабжения, теплоснабжения, системам вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения.

При проектировании нового объекта или реконструкции действующего предприятия необходимо соблюдать последовательные, поэтапные процессы выполнения запланированных мероприятий, позволяющих достигать высоких качественных и количественных результатов в процессе переработки агропищевого сырья.

Литература

1. Тимошенко Н.В., Кочерга А.В., Касьянов Г.И. Проектирование, строительство и инженерное оборудование предприятий мясной промышленности. – СПб. : Издательство ГИОРД, 2011. – 512 с.
2. Проектирование и строительство предприятий рыбоперерабатывающей промышленности : учеб. пособие / Н.В. Тимошенко [и др.]. – СПб. : ГИОРД, 2017. – 296 с.
3. Проектирование, строительство и инженерное оборудование предприятий молочной промышленности / Н.В. Тимошенко [и др.]. – СПб. : Издательство Лань, 2015. – 416 с.
4. Проектирование, основы промстроительства и инженерное оборудование консервных предприятий (мясные консервы). Учебник / Н.В. Тимошенко [и др.]. – СПб. : Издательство Лань, 2018. – 140 с.

5. Кочерга А.В. Проектирование и строительство малых предприятий, перерабатывающих сырье животного происхождения // В сборнике: Современные проблемы качества и безопасности продуктов питания в свете требований технического регламента таможенного союза. Сборник материалов международной научно практической интернет-конференции. – 2014. – С. 203–204.
6. Кочерга А.В., Студенцова Н.А., Касьянов Г.И. Проектирование и строительство предприятий рыбоперерабатывающей промышленности. Учебное пособие. – Краснодар : Экоинвест, 2014. – 296 с.
7. Проектирование, строительство и инженерное оборудование консервных предприятий: 2-е изд., перераб. и доп. / Г.И. Касьянов [и др.]. – М. : Издательство Юрайт, 2021. – 193 с.
8. Проектирование, строительство и инженерное оборудование консервных предприятий (плодоовощные, фруктовые и ягодные консервы). Учебник / Г.И. Касьянов [и др.]. – Краснодар : Издательство Дом – Юг, 2020. – 212 с.
9. Проектирование и основы прмостроительства предприятий по переработке сырья животного происхождения / Г.И. Касьянов [и др.]. – Краснодар : Экоинвест, 2014. – 210 с.
10. Максимовский А. Тренды в проектировании и строительстве пищевых производств // Мясные технологии. – 2016. – № 10 (166). – С. 60–61.
11. Щербак М.С. Особенности проектирования систем вентиляции предприятий пищевой промышленности (цехов) // Вестник магистратуры. – 2019. – № 2–2 (89). – С. 40–41.
12. Евстигнеева Т.Н., Надточий Л.А. Проектирование предприятий пищевой и биотехнологической отраслей. Учебно-методическое пособие. – СПб. : Издательство Университет ИТМО, 2013. – 32 с.
13. Основы проектирования предприятий молочной и мясо-перерабатывающей отраслей пищевой промышленности / А.А. Нестеренко [и др.]. – Алматы : Издательство ТехноЭрудит, 2021. – 148 с.
14. Дашков Л.П., Памбухчиянц В.К., Памбухчиянц О.В. Организация, технология и проектирование предприятий (в торговле): учебник для бакалавров, 13-е издание. – М. : Дашков и К°, 2019. – 456 с.
15. Христюк В.Т., Касьянов Г.И., Ольховатов Е.А. Научный подход к проектированию, строительству и функционированию винодельческих предприятий // В сборнике: Научные исследования как основа инновационного развития общества. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 156–159.
16. Проектирование и строительство винодельческих предприятий с основами планирования и технологии отрасли. Учебник. 2-е изд., пер. и доп. – Сер. 76 Высшее образование / Г.И. Касьянов [и др.] / Ответственный редактор Ольховатов Е.А. – М. : Издательство Юрайт, 2021. – 445 с.
17. Яралиева З.А., Гасанов Р.Г., Гасанов Ш.Г. Проектирование и строительство предприятий, перерабатывающих агропищевое сырье // Modern Science. – 2021. – № 10–2. – С. 423–430.
18. Galkin Y.Y., Udodov S.A. X-RAY Phase analysis of high-aluminate cements under conditions of early compression // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1107–1113.
19. Udodov S., Galkin Y., Belov P. Mechanical and physical properties of fine-grained concrete for concrete additive manufacturing // In the collection : E3S Web of Conferences. 2018 Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics, TPACEE 2018. – 2019. – P. 02041.

References

1. Timoshenko N.V., Kocherga A.V., Kasyanov G.I. Design, construction and engineering equipment for meat industry enterprises. – SPb. : GIORP Publishing House, 2011. – 512 p.
2. Design and construction of enterprises of the fish processing industry: textbook. allowance / N.V. Timoshenko [et al.]. – SPb. : GIORP, 2017. – 296 p.
3. Design, construction and engineering equipment of dairy industry enterprises / N.V. Timoshenko [et al.]. – SPb. : Lan Publishing House, 2015. – 416 p.
4. Design, basics of industrial construction and engineering equipment of canning enterprises (canned meat). Textbook / N.V. Timoshenko [et al.]. – SPb. : Lan Publishing House, 2018. – 140 p.
5. Kocherga A.V. Design and construction of small enterprises processing raw materials of animal origin // In the collection: Modern problems of quality and food safety in the light of the requirements of the technical regulations of the customs union. Collection of materials of the international scientific and practical Internet conference. – 2014. – P. 203–204.
6. Kocherga A.V., Studentsova N.A., Kasyanov G.I. Design and construction of enterprises of the fish processing industry. Tutorial. – Krasnodar : Ecoinvest, 2014. – 296 p.

7. Design, construction and engineering equipment of canning enterprises: 2nd ed., revised. and additional / G.I. Kasyanov [et al.]. – M. : Yurait Publishing House, 2021. – 193 p.
8. Design, construction and engineering equipment of canning enterprises (fruit and vegetable, fruit and berry canned food). Textbook / G.I. Kasyanov [et al.]. – Krasnodar : Publishing House Dom – Yug, 2020. – 212 p.
9. Design and basics of industrial construction of enterprises for the processing of raw materials of animal origin / G.I. Kasyanov [et al.]. – Krasnodar : Ecoinvest, 2014. – 210 p.
10. Maksimovsky A. Trends in the design and construction of food production // Meat technologies. – 2016. – № 10 (166). – P. 60–61.
11. Shcherbak M.S. Features of designing ventilation systems for food industry enterprises (shops) // Bulletin of the Magistracy. – 2019. – № 2–2 (89). – P. 40–41.
12. Evstigneeva T.N., Nadochiy L.A. Designing of food and bio-technological enterprises. Teaching aid. – SPb. : ITMO University Publishing House, 2013. – 32 p.
13. Fundamentals of designing enterprises of the dairy and meat processing industries of the food industry / A.A. Nesterenko [et al.]. – Almaty : TekhnoErudit Publishing House, 2021. – 148 p.
14. Dashkov L.P., Pambukhchiyants V.K., Pambukhchiyants O.V. Organization, technology and design of enterprises (in trade): a textbook for bachelors, 13th edition. – M. : Dashkov i K^o, 2019. – 456 p.
15. Khristyuk V.T., Kasyanov G.I., Olkhovaton E.A. Scientific approach to the design, construction and operation of wine-making enterprises // In the collection: Science-intensive research as a basis for the innovative development of society. Collection of articles following the results of the International Scientific and Practical Conference. – 2019. – P. 156–159.
16. Design and construction of wineries with the basics of planning and technology of the industry. Textbook. 2nd ed., trans. and additional – Ser. 76 Higher education / G.I. Kasyanov [et al.] / Managing editor Olkhovaton E.A. – M. : Yurayt Publishing House, 2021. – 445 p.
17. Yarialieva Z.A., Gasanov R.G., Gasanov Sh.G. Design and construction of enterprises processing agro-food raw materials // Modern Science. – 2021. – № 10–2. – P. 423–430.
18. Galkin Y.Y., Udodov S.A. X-RAY Phase analysis of high-aluminate cements under conditions of early compression // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1107–1113.
19. Udodov S., Galkin Y., Belov P. Mechanical and physical properties of fine-grained concrete for concrete additive manufacturing // In the collection : E3S Web of Conferences. 2018 Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics, TPACEE 2018. – 2019. – P. 02041.