

А.А. Блажнов

# ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРИБОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ



**А.А. Блажнов**

# **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРИБОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ  
по образованию в области строительства в качестве учебного пособия  
для студентов, обучающихся по направлению  
653500 «Строительство»



Москва 2006

Издательство Ассоциации строительных вузов

**Рецензенты:**

**Ю. И. Блинов** – доктор технических наук, профессор кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий (Московский государственный строительный университет);

**Т. Н. Колесникова** – заведующий кафедрой архитектуры, профессор (Орловский государственный технический университет).

**Блажнов А.А.**

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРИБОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.** – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 176 с.

**ISBN 5-93093-433-9**

В книге приведены основы проектирования сооружений для выращивания шампиньонов, вешенки и кольцевика, а также предприятий по производству субстрата для выращивания шампиньонов.

Учебное пособие предназначено для студентов строительных вузов и факультетов. Также может быть полезно инженерно-техническим работникам проектных организаций.

**ISBN 5-93093-433-9**

© Издательство АСВ, 2006

© Блажнов А.А., 2006

Учебное пособие

**Александр Александрович Блажнов**

## **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРИБОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

*Редактор: Г.М. Мубаракшина*

*Компьютерный набор, верстка: В.В. Сергеев*

*Дизайн обложки: Н.С. Кузнецова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Сдано в набор 17.10.05

Подписано к печати 20.01.06. Формат 60х90/16.

Бумага офс. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 11 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации - оф. 511

тел., факс: (495)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	4
<b>1. ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИньОНОВ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ОСНОВЕ .....</b>	<b>6</b>
1.1. Грибоводческие сооружения – основа повышения эффективности шампиньоноводства .....	6
1.2. Технологический процесс и его влияние на объемно-планировочное решение здания .....	8
1.3. Конструктивные особенности шампиньонниц .....	12
1.4. Классификация зданий для выращивания шампиньонов .....	23
1.5. Факторы, влияющие на объемно-конструктивные решения шампиньонниц .....	26
Контрольные вопросы .....	29
<b>2. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ШАМПИньОННИЦ ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА .....</b>	<b>31</b>
2.1. Методика обоснования рациональных строительных решений шампиньонниц .....	31
2.2. Оптимальный состав помещений основного производственного назначения .....	35
2.3. Влияние параметров стеллажей для выращивания шампиньонов на экономичность здания .....	46
2.4. Рациональные параметры сетки колонн железобетонного каркаса шампиньонницы .....	52
2.5. Экспериментальные исследования обшивок ограждающих конструкций помещений основного производства .....	57
Контрольные вопросы .....	70
<b>3. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ШАМПИньОННИЦ .....</b>	<b>71</b>
3.1. Принципы функциональной организации шампиньонницы .....	71
3.2. Планировочные параметры и габаритные схемы шампиньонниц .....	81
3.3. Строительные решения шампиньонниц для южных регионов России и индивидуальных хозяйств .....	92
3.4. Конструктивные параметры стеллажей для выращивания шампиньонов .....	96
Контрольные вопросы .....	99
<b>4. ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ВЕШЕНКИ .....</b>	<b>100</b>
4.1. Рациональные конструктивные схемы сооружений .....	100
4.2. Оптимальные пролеты сооружений с арочной формой покрытия. Габаритные схемы сооружений .....	106
4.3. Метод определения снеговой нагрузки на сооружение с арочной формой покрытия .....	112
4.4. Световая среда в сооружении и ее моделирование .....	119
4.5. Энергоэкономичные грибоводческие сооружения для индивидуальных хозяйств .....	124
4.6. Теплица для культивирования кольцевика .....	128
Контрольные вопросы .....	134
<b>5. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ЦЕХОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУБСТРАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИньОНОВ .....</b>	<b>135</b>
5.1. Технологический процесс и его влияние на окружающую среду .....	135
5.2. Классификация сооружений для приготовления субстрата .....	136
5.3. Факторы, влияющие на объемно-планировочные и конструктивные решения сооружений .....	140
5.4. Метод определения минимальной рабочей площади цеха .....	143
5.5. Оптимальный шаг поперечных рам стального каркаса однопролетного цеха .....	150
5.6. Основные требования к строительным решениям цеха субстрата .....	160
Контрольные вопросы .....	162
<b>6. ПЕРСПЕКТИВЫ И ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ГРИБОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>164</b>
<b>7. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>168</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Определения терминов .....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Рекомендуемые темы для научно-исследовательской работы студентов ...	172
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Характеристики некоторых светопропускающих материалов и изделий ...	173
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Характеристики некоторых теплоизоляционных материалов .....	174
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>176</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Культивируемые грибы содержат до 7,5 % белка и ряд необходимых человеческому организму витаминов и минеральных веществ. Высокие питательные и вкусовые качества грибов обусловили увеличение их мирового производства, которое за последние 20 лет возросло примерно вдвое и в настоящее время превышает 3 млн. т. в год. Наиболее крупным производителем является Китай – около 1 млн. т, 400 тыс. т выращивается в США. В развитых европейских странах промышленное грибоводство стало одной из основных отраслей сельскохозяйственного производства. Из ряда введенных в искусственную культуру съедобных грибов в основном выращиваются шампиньоны (1 млн. т) и вешенка (35 тыс. т.). Так, в Нидерландах ежегодный объем производства шампиньонов составляет 255, Франции – 175, Польше – 120, Испании и Италии – по 110 тыс. т. Из стран с развитым грибоводством наиболее высокий показатель производства на душу населения в Нидерландах – 16 кг в год. Росту производства грибов способствовало, наряду с другими факторами, строительство специальных сооружений для их культивирования на промышленной основе, а также предприятий по приготовлению субстрата с целью обеспечения мелких и средних производителей. Например, внедрение шампиньонниц, оснащенных оборудованием для обеспечения требуемых параметров микроклимата, позволило увеличить годовой выход продукции до 150–200 кг с 1 м<sup>2</sup> площади выращивания.

В России в последней четверти прошлого столетия наметился перевод грибоводства на промышленную основу. В 1998 г. была утверждена отраслевая целевая программа по развитию грибоводства, предусматривающая увеличение объема производства к 2006 г. до 15 тыс. т. Ряд ведущих ученых (акад. РАСХН С. С. Литвинов, д.с.-х.н. Р. Д. Нурметов, к. с.-х.н. Н. Л. Девочкина) считают целесообразным для отечественной отрасли производство 300 тыс. т грибов в год, т.е. примерно 2 кг на одного человека. В настоящее время на действующих промышленных комплексах, в основном импортной поставки, общей площадью 6,5 га и в приспособленных помещениях и сооружениях (площадью 3,5 га) выращивается около 9 тыс. т грибов, в том числе 7,3 тыс. т шампиньонов и 1,8 тыс. т вешенки, что несопоставимо с мировым уровнем и крайне недостаточно для удовлетворения потребности населения в этом виде продукции. В среднем на одного жителя страны выращивается менее 0,07 кг грибов в год.

Как показал зарубежный и отечественный опыт, использование приспособленных помещений примерно в 10 раз уменьшает выход продукции и увеличивает ее трудоемкость, так как технология изменяется применительно к существующему строительному решению. Для ускорения развития грибоводческой отрасли необходимо строительство шампиньонниц и вешенниц промышленного типа при крупных и средних городах; предприятий (цехов) по приготовлению субстрата для выращивания шампиньонов, предназначенных для обеспечения фермерских хозяйств в тех регионах, где строительство грибоводческих комплексов экономически нецелесообразно;

индивидуальных грибоводческих сооружений для культивирования шампиньонов и вешенки.

В книге, состоящей из пяти разделов, на базе накопленного опыта строительства и проведенных автором исследований разработаны основы проектирования вышеуказанных грибоводческих сооружений.

В первом разделе обобщен и проанализирован зарубежный и отечественный опыт строительства шампиньонниц, предложена их классификация, установлены влияющие на объемно-конструктивные решения сооружений факторы и определены проблемы исследований.

Во втором разделе разработана методика обоснования рациональных строительных решений шампиньонниц, на основе теоретических и экспериментальных исследований установлены: оптимальный состав помещений основного производства, влияние параметров стеллажей для выращивания грибов на экономичность здания, рациональные параметры сетки колонн железобетонного каркаса, целесообразный вид обшивок легких ограждающих конструкций производственных помещений.

В третьем разделе обоснованы принципы функциональной организации шампиньонницы, планировочные параметры и габаритные схемы зданий, строительные решения шампиньонниц для юга России и индивидуальных хозяйств, конструктивные параметры стеллажей для выращивания грибов.

В четвертом разделе рассмотрены сооружения для выращивания вешенки: предложены конструктивные схемы сооружений и обоснованы их габаритные схемы; разработан графоаналитический метод определения снеговой нагрузки на сооружение с арочной формой покрытия; определены компоненты световой среды и выведены зависимости для расчета естественной освещенности в вешеннице. Также разработаны рациональные строительные решения энергоэкономичного заглубленного грибоводческого сооружения для индивидуальных хозяйств и теплицы для выращивания кольцевика.

В пятом разделе приведены основы проектирования цехов по производству субстрата для выращивания шампиньонов: предложена их классификация; установлены факторы, влияющие на объемно-планировочные и конструктивные решения; разработан метод определения минимальной рабочей площади цеха; выведены зависимости для определения оптимального шага поперечных рам стального каркаса однопролетного цеха; сформулированы требования к строительным решениям сооружения.

В приложениях приведены определения терминов, рекомендуемые темы для научной работы студентов и справочные материалы.

# **1. ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ОСНОВЕ**

## **1.1. ГРИБОВОДЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШАМПИНЬОНОВОДСТВА**

Объем производства шампиньонов во многих странах мира неуклонно растет и за последние 20 лет увеличился вдвое. Интенсивный рост производства шампиньонов обусловлен, в частности, применением для их выращивания специальных культивационных сооружений, оснащенных оборудованием для создания требуемого микроклимата.

В современных шампиньонницах годовой выход продукции достигает  $300 \text{ кг/м}^2$  рабочей площади за счет обеспечения оптимальных технологических режимов и многоярусного выращивания грибов. При использовании же приспособленных помещений и сооружений (теплиц, подвалов и др.) этот показатель уменьшается в 10-30 раз и равен  $9\text{--}30 \text{ кг/м}^2$ .

Для производства шампиньонов на промышленной основе используются также подземные пространства, например выработанные каменоломни и пещеры, в которых естественно или искусственно обеспечиваются технологически допускаемые значения температуры, влажности и газового состава воздуха. Подземное культивирование шампиньонов в течение длительного времени практикуется во Франции, Италии, Швейцарии и некоторых других странах. Возможности для аналогичного производства грибов имеются и реализуются в нашей стране. В настоящее время, в основном в южных районах страны, в небольших объемах шампиньоны выращиваются на ряде отработанных и действующих выработок: шахтах, рудниках, каменоломнях. Использование выработок позволяет примерно на 30% сократить единовременные затраты на строительство комплекса. Однако существенными недостатками подземного способа культивирования являются невозможность механизации процессов, обеспечения оптимальных значений параметров микроклимата и проведения эффективных мер борьбы с болезнями и вредителями грибов. Вследствие этого снижаются урожайность, число культурооборотов (до 1,5–3 в год вместо 5,2– 6,5 в шампиньонницах), а следовательно, и годовой выход продукции с единицы рабочей площади. Значительное уменьшение выхода продукции (примерно на 50%) по отношению к производству грибов в наземных специальных сооружениях обуславливает необходимость тщательного технико-экономического обоснования подземного способа культивирования шампиньонов. О необходимости такого обоснования свидетельствует опыт Голландии и Венгрии: ряд хозяйств этих стран отказался от выращивания шампиньонов в подземных выработках и перешел к выращиванию грибов в шампиньонницах.

Для промышленного подземного культивирования шампиньонов наиболее пригодны известковые выработки неглубокого залегания с температурой воздуха  $12\text{--}15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , обеспеченные водой, электроэнергией, транспортной связью

и расположенные недалеко от населенных мест. Подобного рода выработки имеются в основном за пределами России: в Одесской обл., Крыму, Молдове, Донбассе, что обуславливает необходимость использования на большей части территории страны специальных или приспособленных помещений.

Известно, что грибы, как и другие растительные продукты, могут накапливать тяжелые металлы, пестициды и радионуклиды и при употреблении в пищу вызывать заражение организма.

Грибы способны аккумулировать тяжелые металлы в количествах, намного превышающих их содержание в почве. В связи с этим грибы, собранные в городах, вблизи источников промышленного загрязнения среды и автодорог, нередко становятся причиной отравлений, так как содержат токсичное количество тяжелых металлов. Содержание тяжелых металлов в грибах, собранных в загрязненных зонах, многократно возрастает (табл. 1).

Таблица 1

**Концентрация тяжелых металлов в грибах, собранных в зонах с различной степенью загрязнения (мг/кг сухой массы)**

Металл	Место сбора		
	центр Хельсинки	окрестности Хельсинки	Контрольная зона
Кадмий	0,2-101	0,2-17,3	0,2-16,8
Свинец	0,5-178	0,5-78	0,5-13
Ртуть	0,1-95	0,02-14,1	0,02-4,2

Основными компонентами субстрата для выращивания шампиньонов являются незагрязненные отходы сельскохозяйственного производства – солома злаковых культур и куриный помет. В связи с этим культивируемые в специальных сооружениях грибы, по зарубежным данным, содержат незначительное количество тяжелых металлов (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание тяжелых металлов и мышьяка в культивируемых шампиньонах**

	Содержание тяжелых металлов и мышьяка в свежих грибах, мг/кг										
	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cd	Co	Cr	Hg	As
1	4,6	0,42	4,71	3,82	0,24	0,16	0,037	0,05	0,06	0,016	
2			3,48	1,65			0,036			0,01	0,07

1 – Бельгия

2 – Голландия

Публикации по содержанию тяжелых металлов в выращиваемых в нашей стране шампиньонах отсутствуют. Однако, учитывая идентичность технологий производства грибов, можно предположить, что концентрация тяжелых металлов в отечественной продукции будет аналогичной. Приведенные в табл. 2 данные удовлетворяют принятым в нашей стране предельно допустимым концентрациям тяжелых металлов и мышьяка в грибах (табл. 3).

Таблица 3

**ПДК тяжелых металлов и мышьяка в грибах, мг/кг**

Свинец (Pb)	Кадмий (Cd)	Мышьяк (As)	Ртуть (Hg)	Медь (Cu)	Цинк (Zn)
0,5	0,1	0,5	0,05	10	20

В процессе выращивания шампиньонов для борьбы с болезнями и вредителями используется ряд пестицидов. Применяемые препараты имеют короткий срок действия и не накапливаются в грибах. Продукция шампиньонниц периодически подвергается контролю на содержание остаточных количеств ядохимикатов.

Проведенные Институтом экспериментальной ботаники и Институтом радиобиологии АН Республики Беларусь исследования показали высокую поглощающую способность дикорастущих грибов по отношению к радиоизотопному цезию  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Из других радионуклидов отмечено повышенное накопление отдельными видами грибов серебра ( $^{110}\text{Ag}$ ). Исследования проводились в Гродненской, Могилевской и Гомельской областях, попавших в зону радиоактивного заражения. Проведенный информационный поиск не выявил отечественных публикаций по содержанию радионуклидов в культивируемых шампиньонах. Возможно, это связано с тем, что в соответствии с утвержденными Минздравом ВДУ-88 №129-252-2 «Временные допустимые уровни суммарного содержания радионуклидов цезия-137 и цезия-134 в продуктах питания и питьевой воде» выращиваемые грибы не входят в перечень продуктов питания, подлежащих радиационному контролю.

Вышеизложенные результаты проведенного информационного поиска позволяют сделать следующие выводы:

- строительство шампиньонниц для выращивания грибов на промышленной основе является необходимым условием для развития грибоводческой отрасли в Российской Федерации;
- культивируемые шампиньоны по пищевым качествам удовлетворяют требованиям санитарных норм.

## 1.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ЗДАНИЯ

На начальной стадии развития грибоводства в нашей стране для выращивания шампиньонов использовались напольные гряды, передвижные стеллажи и стальные ящики. Применение морально устаревшей технологии обуславливало низкую урожайность культуры – до 20-30 кг/м<sup>2</sup> в год. В последней четверти XXв. в Российской Федерации намечился перевод шампиньоноводства на промышленную основу, предусматривающий развитие грибоводства на базе стеллажного способа выращивания (рис. 1), для которого разработано соответствующее технологическое оборудование.

За рубежом выращивание грибов осуществляется на стационарных многоярусных стеллажах или в крупногабаритных ящиках в условиях комплексной механизации процессов и автоматического регулирования параметров микроклимата в помещениях основного производства. Количество технологических зон в здании изменяется от одной до трех, выход продукции обычно составляет 120–200 кг/м<sup>2</sup> площади выращивания в год.

Независимо от принятой системы и способа выращивания технологический цикл производства шампиньонов включает следующие основные процессы:

– приготовление субстрата для выращивания грибов (например, посредством внесения куриного помета в мокрую солому, увлажнения и смешивания компонентов);

– пастеризацию и кондиционирование (доведение до требуемых параметров влажности, содержания аммиака и др.) субстрата при температуре воздуха 60–48 °С и относительной влажности 95–100 %, осуществляемых на стеллажах, в ящиках или в массе;

– посадку грибницы (мицелия) в субстрат и ее проращивание на стеллажах, в ящиках или в массе при температуре воздуха в помещении 24–26 °С и относительной влажности 90–95%;

– приготовление и укладку на субстрат на стеллажах и в ящиках покровного материала (смесь торфа и известняка) слоем 4–5 см;

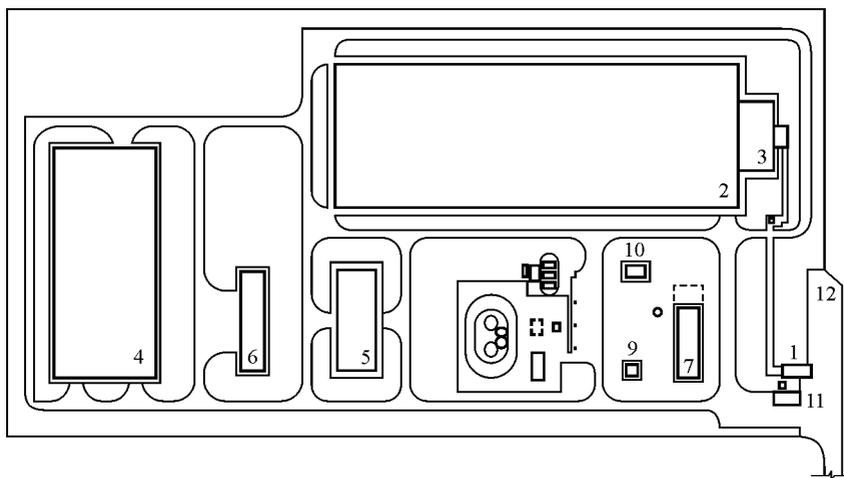
– выращивание грибов на стеллажах или в ящиках при температуре воздуха в культивационном помещении 15–17 °С и относительной влажности 85–90 %, сбор грибов;

– подготовку помещения для выращивания шампиньонов к следующему культуuroобороту – пропарку помещения при 70–75 °С, удаление отработанного субстрата, чистку помещения.

Для приготовления субстрата и покровного материала используются специальные здания, остальные процессы обычно выполняются в шампиньоннице (рис. 2). Здания производственного назначения проектируются и строятся отдельностоящими (рис. 3) или сблокированными.

В настоящее время общепризнано, что пастеризация и кондиционирование субстрата в массе являются более прогрессивными технологическими процессами по сравнению с подготовкой субстрата на стеллажах и в ящиках, так как субстрат получается более качественным, увеличивается срок службы помещений для выращивания грибов, а также возрастает число культуuroоборотов в культивационных помещениях. Подготовка субстрата в массе проводится посредством циркуляции через его слой, уложенный на решетчатый пол помещения, увлажняемого и подогреваемого паром воздуха (рис. 15).

Установлено, что при использовании для выращивания грибов стационарных стеллажей все стадии основного технологического процесса (от пастеризации субстрата до выращивания грибов) можно проводить в одном или последовательно в двух или трех помещениях. В первом случае в здании размещаются помещения одинакового назначения, функционально не связанные между собой (рис. 4а). При общей длительности основного технологического процесса 11–12 недель за год в каждом культивационном помещении получают 4,3–4,7 культуuroоборота. Для увеличения количества культуuroоборотов дополнительно к помещениям выращивания грибов предусматривают помещения для пастеризации субстрата (рис. 4б) или для пастеризации субстрата и проращивания мицелия в массе (рис. 4в). При размещении в здании дополнительных пастеризационных помещений по окончании кондиционирования субстрат укладывается на стационарные стеллажи и остальные процессы (посадка мицелия, его проращивание и т.д.) осуществляются в помещении выращивания грибов.

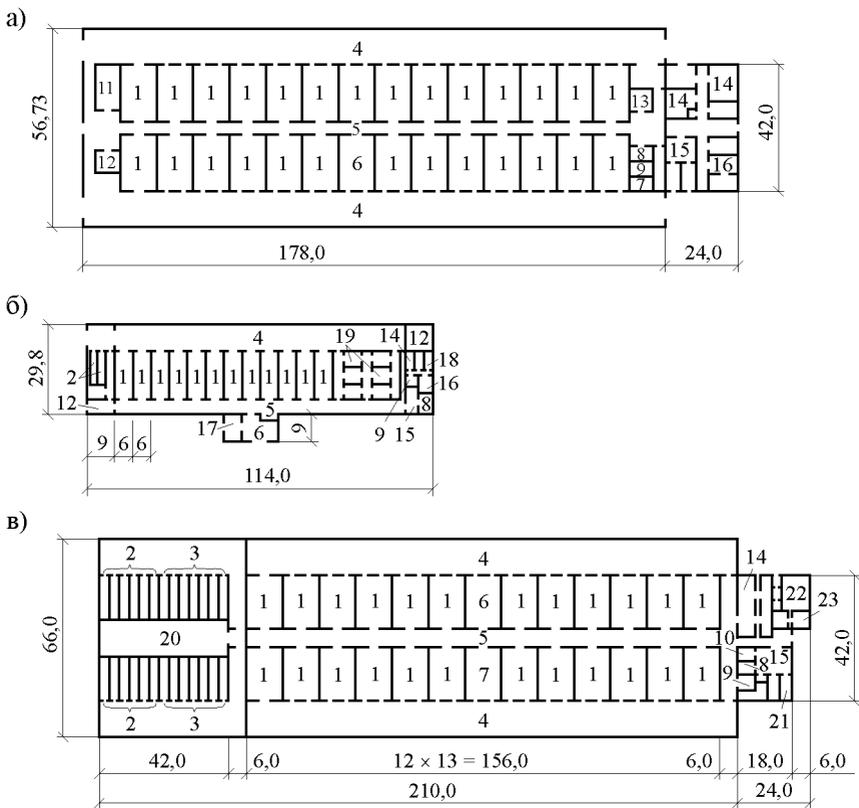


**Рис. 3. Генеральный план шампиньонного комплекса производительностью 700 т грибов в год агрофирмы «Пуца Водица» г. Киева: 1 – проходная; 2 – шампиньонница площадью выращивания 1 га; 3 – блок вспомогательных помещений; 4 – цех субстрата; 5 – цех покровного материала; 6 - навес для соломы; 7 – котельная; 8 – склад мазута; 9 – газораспределительный пункт; 10 – трансформаторная подстанция; 11 – автовесы; 12 – автостоянка**

Так как часть технологического процесса выполняется вне культивационного помещения, то количество культурооборотов в нем увеличивается до 5,2 в год. В случае использования отдельных помещений для пастеризации субстрата, проращивания мицелия и выращивания грибов число культурооборотов возрастает до 6,5 в год.

Изменение состава помещений основного производственного назначения влияет на их суммарную площадь. Так, при равной производительности шампиньонниц переход от двух видов основных производственных помещений к трем примерно на 20% уменьшает площади культивационных помещений за счет увеличения в них числа культурооборотов, но на 100% увеличивает площадь помещений для подготовки субстрата в массе.

Из вышеприведенных данных следует, что зонирование основного технологического процесса определяет номенклатуру производственных помещений и влияет на объемно-планировочное решение и площадь здания. Одним из общих требований к зданию является требование экономичности его объемно-планировочного решения. В связи с этим возникает необходимость в обосновании состава помещений основного производственного назначения, соответствующего минимуму одновременных затрат. Следует отметить, что разработанное отечественное технологическое оборудование может быть использовано для механизации работ при любой номенклатуре производственных помещений.



**Рис. 4. Планировочные решения шампиньонниц для одно- (а), двух- (б) и трех-зональной (в) систем выращивания:** 1 – помещение выращивания грибов; 2 – помещение пастеризации субстрата; 3 – помещение проращивания грибницы; 4 – коридор для загрузки и разгрузки производственных помещений; 5 – коридор; 6 – кондиционер; 7 – холодильное оборудование; 8, 9 – холодильные камеры для грибов и грибницы; 10 – моечная тары для сбора грибов; 11 – растворный узел ядохимикатов; 12 – инвентарная; 13 – щитовая; 14 – бытовые помещения; 15 – упаковочная грибов; 16 – административные помещения; 17 – тепловой пункт; 18 – операторская; 19 – экспериментальные камеры; 20 – вентиляционная; 21 – бокс; 22 – столовая; 23 – комната отдыха

### 1.3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШАМПИЬОННИЦ

Грибоводческие сооружения в процессе развития шампиньоноводства претерпели значительные изменения. Так, например, для культивирования шампиньонов в России вначале использовались односкатные заглубленные теплицы на биотопливе, двускатные парники и теплицы. Начало промышленному грибоводству в стране было положено в середине 70-х годов с введением под Москвой и Санкт-Петербургом двух крупных комплексов импортной поставки.

Обобщение отечественного (табл. 4) и зарубежного опыта проектирования и строительства шампиньонниц показало разнообразие их конструктивных решений. В зависимости от примененной конструктивной схемы грибоводческие здания разделяются на бескаркасные, каркасные и с неполным каркасом.

Традиционно шампиньонницы строились с несущими стенами, как правило, являвшимися и ограждающими конструкциями помещений основного производственного назначения. Специфика технологического процесса – необходимость высокой влажности воздуха, повышенные температуры на отдельных стадиях, выделения агрессивных газов – обусловили конструктивные решения этих помещений. Ограждающие конструкции помещений выращивания грибов, пастеризации субстрата и проращивания мицелия выполняются из влаго-, био- и теплостойких материалов, способных противостоять воздействиям агрессивной газовой среды.

В отечественных грибоводческих сооружениях (шампиньонницы агрофирм «Заречье» г. Москвы (рис. 5) и «Зеленоградский» Московской обл. (рис. 6), сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева и др.) стены производственных помещений выполнены из глиняного кирпича сплошной кладкой или с теплоизоляционной прослойкой, из известняковых блоков. Для перекрытия помещений использованы ребристые или пустотные железобетонные плиты. С целью защиты от диффузии влаги стены оштукатурены и окрашены или облицованы керамической плиткой. Кирпич и железобетон применены также в ряде проектов шампиньонниц, например, разработанных проектной конторой объединения «Ростовуголь» г. Шахты Ростовской обл., институтом «Гипросельхозстрой» г. Воронежа. Общими недостатками вышеприведенных строительных решений являются: массивность; трудоемкость; необходимость периодических ремонтов пароизоляционного покрытия; возможность накопления влаги в стенах и, как следствие, увеличение теплопроводности и разрушение материала; сложность проведения реконструкции здания.

В странах с развитым грибоводством, например, Голландии, Германии, США, Англии, Франции, из каменных материалов для возведения стен производственных помещений преимущественно используются пенобетонные блоки. Стены, как правило, выполняются двойными с вентилируемой воздушной прослойкой. Соединение блоков осуществляется раствором или синтетическим клеем, препятствующим растрескиванию конструкции при тепловых воздействиях.

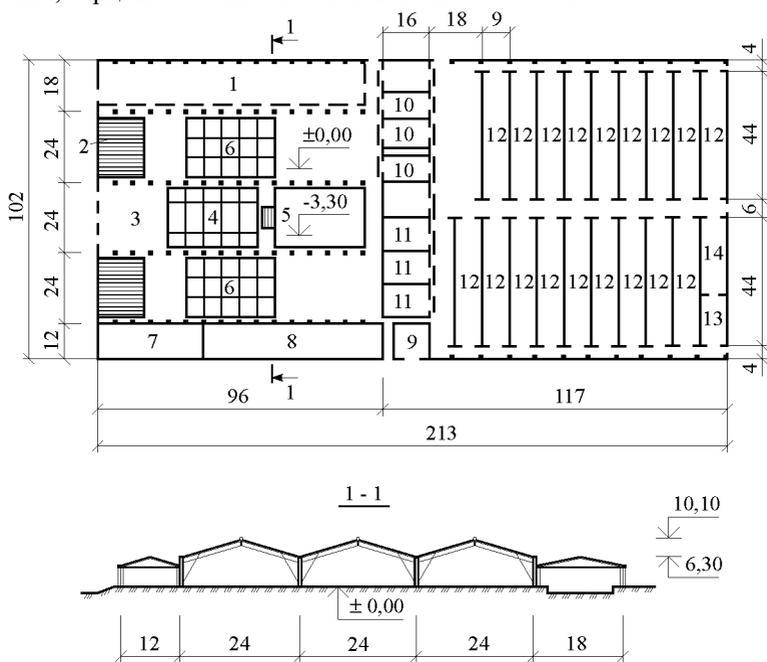
Покрытие помещений выполняется преимущественно из асбестоцементных волнистых листов усиленного профиля, укладываемых по металлическим балочкам, или из пластмассовых (пенополиуретан, пенополистирол) плит, прикрепляемых к нижним поясам ферм покрытия. В качестве пароизоляции испытывался ряд материалов: алюминиевая фольга, пластмассовые пленки, битумное покрытие (гидроасфальт), синтетические краски. Наиболее целесообразной признана пароизоляция ограждающих конструкций синтетическими красками светлых тонов и термостойким битумным покрытием.

Таблица 4

**Краткая характеристика строительных решений шампиньонниц**

кованной стали. Стальные листы с цинковым покрытием были использованы, например, в стенах и покрытии помещений крупной шампиньонницы площадью выращивания 12960 м<sup>2</sup>, введенной в эксплуатацию голландской компанией "Схюлте и Лестраден". Теплоизоляция ограждения осуществлена из минеральной ваты.

Трехслойные панели со стальными обшивками и утеплителем из пенополиуретана использованы в ограждающих конструкциях помещений для пастеризации субстрата, прорастивания мицелия и выращивания грибов шампиньонницы в польском городке Скиерневицы (рис. 9). В здании размерами в плане 102х213 м осуществляется полный технологический цикл производства грибов – от подготовки субстрата до выращивания шампиньонов. Подсобно–производственная часть здания (90х96 м) имеет полный каркас. Рамы каркаса изготовлены из клееной древесины, шаг рам 6 м. Наружные продольные стены выполнены из легких панелей заводского изготовления, торцовые стены – из блоков ячеистого бетона.

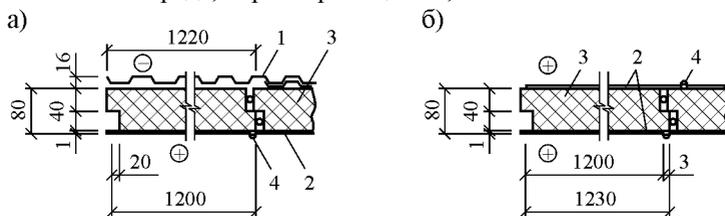


**Рис. 9. Грибоводческое сооружение для выращивания 1300 т шампиньонов в год в г. Скиерневицы (Польша):** 1 – участок подготовки покровного материала и ящиков; 2 – площадка для торфа; 3 – площадка для соломы; 4 – площадка для куриного помета; 5 – бассейн для воды; 6 – резервуары для ферментации субстрата; 7 – гараж для техники; 8 – административно-бытовые помещения; 9 – котельная; 10 – помещение для пастеризации субстрата; 11 – помещение для прорастивания мицелия; 12 – помещение для выращивания грибов; 13 – холодильная камера; 14 – упаковочная

Каркас части здания (117x102 м), предназначенной для основного технологического процесса, представляет собой стоечно-балочную систему. Стойки и фермы каркаса пролетом 6 и 9 м изготовлены из антисептированной древесины. Наружные продольные стены этой части здания, как и ограждающие конструкции помещений основного производственного назначения, выполнены из трехслойных панелей со стальными обшивками и средним слоем из пенополиуретана. Коэффициент теплопередачи панели равен  $0,47 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$ .

Первыми грибоводческими сооружениями, ограждающие конструкции которых выполнены из пластмассовых панелей, вероятно, являются шампиньонницы, построенные в 1971 г. в США (Пенсильванский государственный университет) и 1972 г. в Венгрии (кооператив «Дуна», Будапешт).

Внутренние ограждающие конструкции шампиньонницы Пенсильванского университета выполнены из панелей со стеклопластиковыми обшивками и средним пенополиуретановым слоем, наружные стены – из панелей, усиленных алюминиевым профилированным листом для восприятия ветровой нагрузки (рис. 10). Крепление панелей осуществлено к деревянному каркасу здания. Перед применением панели испытывались на водопоглощение, температурно-влажностные воздействия, а наружные – дополнительно на прочность и деформативность. По мнению авторов панели имеют следующие положительные стороны: биостойки, коррозиестойчивы в агрессивной газовой среде, паронепроницаемы, легко чистятся.



**Рис. 10. Панели наружных (а) и внутренних (б) стен помещений шампиньонницы Пенсильванского университета (США): 1 – алюминиевый лист; 2 – стеклопластиковая обшивка; 3 – пенополиуретан; 4 – мастика**

Шампиньонница, построенная в одном из крупнейших венгерских сельскохозяйственных кооперативов "Дуна", представляет собой трехпролетное бескаркасное здание из стеклопластиковых панелей, сочетающих несущие и ограждающие функции. Использовались панели двух типов: плоские – для стен и криволинейного очертания – для покрытия. Наружные слои панелей выполнены из фибerglassа, средний слой – из самозатухающего биостойкого пенополиуретана. Масса  $1 \text{ м}^2$  панели равна 10 кг. Как показали экспериментальные исследования и опыт эксплуатации, пластмассовые панели не корродируют во влажных газах, тепло- и влагостойки, паронепроницаемы, хорошо моются. По мнению разработчиков проекта, возведение шампиньонниц из таких панелей позволяет сократить сроки и стоимость строительства, точнее и с меньшими затратами поддерживать технологический режим в культивационных помещениях.