

#### Секция 4: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Изучение особенностей условий труда и причин производственного травматизма при выполнении технологических процессов уборки зерновых культур позволяет разрабатывать мероприятия по охране труда на основе анализа опасных и вредных факторов.

В процессе уборки зерновых культур возможно воздействие на работников следующих опасных и вредных производственных факторов:

- движущиеся уборочные комбайны, тракторы и автомобили;
- подвижные элементы механизмов;
- повышенная запыленность воздуха рабочей зоны (ПДК пыли в рабочей зоне 4 мг/м<sup>3</sup>, при проведении уборочных работ превышение составляет от 2-х до 12 раз);
- пониженная или повышенная влажность воздуха в рабочей зоне (допустимая при температуре 24°C ниже 75%, оптимальная 40–60%);
- повышенный уровень вибрации (ПДУ эквивалентного уровня звука на рабочем месте более 80 дБА, превышение вибрации может быть на 2–4 дБА);
- повышенный уровень шума на рабочем месте (более 85 дБА);
- опасность поражения электрическим током при работе в охранных зонах воздушных линий электропередачи;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны (выше допустимой температуры воздуха в кабине на 3–5 °C);
- повышенная или пониженная подвижность воздуха в кабине (на 0,2–0,6 м/с);
- опасность падения с высоты.

Нарушение правил и инструкций по охране труда при устранении забиваний, поломок, проведении технического ухода, а также работа на неисправном зерноуборочном комбайне приводят к серьезному травмированию комбайнера или лиц, находящихся в зоне работы (движения) комбайна.

Характерными ситуациями травмирования являются: опрокидывание машин на неровных уклонах поля, дороги, поворотах, склонах более значения, установленного в инструкции по эксплуатации; придавливание работающих во время ремонта жатки, коробки передач, сборки и регулировки наклонной камеры, вариатора; захват одежды, обуви, частей тела человека неогороженными рабочими органами или их приводами (мотовило, подборщик, шнеки бункера или жатки при очистке от забивания); столкновение (наезд, контакт) с естественными и искусственными препятствиями (камни-валуны, столбы, провода электропередач); механическое воздействие подвижных частей машин, механизмов, неисправного инструмента; наезд машин на людей, расположившихся на отдых под машинами и в других неустановленных для отдыха местах, а также при устранении технических неисправностей (самовключение рабочих органов).

Для обеспечения безопасности труда должны быть проведены следующие мероприятия: завершена подготовка зерноуборочной техники; созданы уборочно-транспортные комплексы (звенья) с закреплением техники за работниками; на выделенных участках оборудованы места для отдыха работников, площадки для хранения техники и горюче-смазочных материалов; проведен инструктаж по охране труда на рабочем месте.

Проведенные исследования состояния охраны труда при выполнении технологических процессов уборки зерновых культур, направлены на разработку ряда мероприятий по совершенствованию охраны труда и повышения производительности выполняемых работ.

#### Список использованной литературы

1. Шкрабак, В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве: учебник / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: Колос, 2005. – 512 с.
2. ГОСТ 12.2.019–2005. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.2.019.86; введ. 01.09.06. Минск: Бел.ГИСС, 2006. – 14 с.
3. СТБ ЕН 1553 – 2005. Машины сельскохозяйственные самоходные, навесные, полунавесные, полуприцепные и прицепные. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.2.111–85; введ. 01.01.06. – Минск: Бел.ГИСС, 2006. – 28 с.
4. Тургиев, А.К. Охрана труда в сельском хозяйстве: Учебное пособие для студентов средне профессионального образования / А.К. Тургиев. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 256 с.

УДК 613.6: 636

**Ткачева Л.Т., кандидат технических наук, доцент, Мартинович А.Н.**  
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

#### ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЖАРОЧНЫХ АППАРАТАХ БАРАБАННОГО ТИПА

В горячих цехах предприятий на организм человека оказывает неблагоприятное воздействие инфракрасное излучение от нагретых печей, пламени, горячих поверхностей. Спектр излучения его находится в диапазоне длин волн 0,76–540 мкм. При дальнейшем повышении температуры появляются уже видимые

светящиеся лучи. Тепловое оборудование излучает инфракрасные лучи с длиной волны до 10 мкм. Длина волны зависит от температуры источника излучения, чем она выше, тем меньше длина волны. Действие инфракрасного излучения также зависит от продолжительности действия излучения, температуры окружающего воздуха, угла падения лучей и защищенности тела. Важнейшими факторами воздействия ИК-излучения на организм человека являются интенсивность и длина волны. Короткие инфракрасные лучи с длиной волны (0,75~1,5 мкм) проникают в ткани организма тем глубже, чем короче длина волны. Эти лучи вызывают функциональное расстройство центральной нервной системы, поражение глаз и т.д. Длинные лучи (более 1,5 мкм) задерживаются поверхностью кожи, вызывая ее перегрев. Наибольший нагрев вызывают инфракрасные лучи с длиной волны около 3 мкм.

Действие инфракрасного излучения сводится к нагреванию кожи, что обуславливает перенаполнение кровеносных сосудов кровью и усиливает обмен веществ. Увеличивается содержание фосфора и натрия в крови, изменяется состав крови – уменьшается число лейкоцитов и тромбоцитов, происходит поляризация кожи человека. При воздействии теплового инфракрасного излучения учащается сердцебиение, повышается максимальное и понижается минимальное артериальное давление, учащается дыхание, повышается температура тела, усиливается потовыделение, и в конечном итоге приводит к заболеваемости сердечно-сосудистой системы.

Наиболее тяжелые поражения вызывает коротковолновое излучение. При его воздействии на непокрытую голову может произойти так называемый тепловой удар, сопровождающийся головными болями, головокружением, учащением пульса, ускорением дыхания, потерей сознания, нарушением координации движений. Инфракрасное излучение, действуя на глаза, может вызвать ряд патологических изменений: помутнение роговицы, спазм зрачков, помутнение хрусталика, ожоги сетчатки, возникновение такого заболевания, как катаракта.

Наиболее эффективным методом защиты от ИК-излучения является изменение технологических процессов в направлении ограничения источников тепловыделений и уменьшения времени контакта работающих с ними. Применение дистанционного управления процессом увеличивает расстояние между рабочим и источником тепла и излучения, что полностью исключает вредное влияние на человека ИК-излучения.

К способам защиты от теплового инфракрасного излучения относятся также: теплоизоляция горячих поверхностей, максимальная загрузка рабочей поверхности плит, экранирование тепловых излучений, применение вентиляции и душирование рабочих мест, с помощью которого непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от категории работы, сезона года и интенсивности инфракрасной радиации. Применение защитной одежды, организация рационального режима работы и отдыха также способствуют снижению вредного воздействия ИК-излучения на здоровье работающего.

Наиболее распространенный и эффективный способ защиты от излучения – экранирование источников излучений. Экраны применяют как для экранирования источников излучения, так и для защиты рабочих мест от инфракрасного излучения. По принципу работы экраны условно подразделяются на теплопоглощающие, теплоотражающие и теплоотводящие. В зависимости от возможности наблюдения за технологическим процессом экраны подразделяются на три типа: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные. Устройство защитных экранов, покрытых теплоизоляционными материалами, ограждающих рабочих от лучистого и конвекционного тепла, водяные и воздушные завесы, укрытие поверхности нагревательных печей полыми экранами с циркулирующей в них проточной водой снижают температуру воздуха на рабочем месте и полностью устраняют влияние ИК-излучения. Однако, данные устройства являются экономически затратными и имеют ограниченный срок службы.

К менее дорогостоящим и более долговечным способам защиты от ИК-излучения относится применение тепловой изоляции.

Тепловая изоляция в современной промышленности играет важную роль. В связи с широким развитием в промышленности технологических процессов, протекающих в условиях высоких температур и давлений роль и значение тепловой изоляции непрерывно возрастают.

Тепловая изоляция выполняет следующие функции:

- снижает тепловые потери в окружающую среду от объектов (здания, сооружения, оборудование, трубопроводы и др.);
- обеспечивает нормальный технологический процесс в аппаратах;
- поддерживает заданные температуры компонентов в технологических процессах;
- создает нормальные температурные условия для обслуживающего персонала;
- уменьшает температурные напряжения в металлических конструкциях, огнеупорной футеровке и т.д.;

Для того чтобы успешно решить задачу, поставленную при создании и возведении теплоизоляционной конструкции, необходимо, чтобы выбранные теплоизоляционные материалы отвечали определенным требованиям. Среди наиболее значимых требований – низкая и постоянная в течение всего времени эксплуатации теплопроводность, способность не разрушаться под воздействием атмосферных явлений и температуры изолируемого объекта, не вызывать коррозии и разрушения изолированного объекта, не препятствовать температурным деформациям изолированного объекта. Срок службы изоляции, как правило, не должен быть ниже срока службы изолированного объекта.

Суждение по этим и другим свойствам теплоизоляционных материалов можно вынести после рассмотрения совокупности свойств, определенных общепринятыми методами.

Выделяют такие свойства теплоизоляционных материалов:

- плотность;
- пористость;
- теплопроводность и теплоемкость;
- теплоустойчивость;
- влажность и водопоглощение;
- паропроницаемость, водонепроницаемость, водоустойчивость;
- химическая и биологическая стойкость;
- прочность, сжимаемость, упругость, гибкость и уплотнение;
- линейная температурная усадка, средний диаметр волокна и содержание органических веществ;
- огнестойкость;
- звукопоглощение и звукоизоляция;
- экологическая и технологическая безопасность теплоизоляционных материалов и конструкций.

От правильного выбора тепловой изоляции во многом зависит реализация одного из основополагающих принципов – требования энергоэффективности и безопасности для обслуживающего персонала, а также сохранение параметров технологического процесса в заданных пределах.

Задачей данного исследования было обеспечить необходимую теплоизоляцию обжарочного аппарата барабанного типа, предназначенного для обжарки солода инфракрасным излучением с использованием перегретого пара, для производства темных сортов пива. Теплоизоляционные материалы для тепловых аппаратов должны обладать следующими свойствами: низким коэффициентом теплопроводности и теплоемкости, выдерживать высокие температуры и обладать достаточной прочностью, иметь малую плотность, гигроскопичность и стоимость, не выделять вредных веществ в окружающую среду.

Для решения данной задачи был сделан комплексный анализ современных теплоизоляционных материалов. Материалы, применяемые для теплоизоляции характеризуются, прежде всего, свойствами теплопроводности. Чем меньше (больше) теплопроводность материала, тем лучше он сохраняет (проводит) тепло. Поэтому теплопроводность является их паспортной характеристикой, а необходимость в её измерении является актуальной. Самыми распространенными видами теплоизоляционных материалов являются: минеральная вата и изделия из нее, стеклянное волокно (стекловолокно) – разновидность минерального волокна, известково–кремнеземистые изделия, вспененный синтетический каучук, пенополиуретан (ППУ), маты из стеклянного штапельного волокна.

С использованием инженерной методики, учитывающей теплофизические свойства материалов, термическое сопротивление изолированной стенки, температуру теплоносителя и окружающей среды, условия теплообмена на внутренней и внешней поверхностях изоляции были выполнены сравнительные практические расчеты толщины теплоизоляции для обжарочного аппарата барабанного типа. Расчеты показали, что при выборе теплоизоляционного материала для изоляции обжарочного аппарата предпочтение нужно отдать пенополиуретану, при этом толщина теплоизоляции должна быть не менее 18 мм. Однако, как показали исследования свойств теплоизоляции, пенополиуретан имеет верхний диапазон применения до +130°C. При более высоких температурах пенополиуретан разлагается с выделением токсичных веществ (цианидов). Т.к. температура при обжарке солода внутри барабана 170–180 °С, то окончательно для экспериментальных исследований в качестве теплоизоляции были выбраны минеральная (базальтовая) вата и маты из стеклянного штапельного волокна. Таким образом, проведенные расчеты позволили определить расчётное значение толщины изоляции обжарочного аппарата при температуре обжарки внутри барабана 170 °С и наружной допустимой температуре на поверхности корпуса обжарочного барабана – 45 °С.

С целью проверки адекватности расчётных значения необходимой толщины теплоизоляции была проведена серия экспериментальных исследований на специальном стенде. Температура обжарки внутри барабана при проведении исследований изменялась в диапазоне от 165 до 170 °С. Для исследований использовались минеральная (базальтовая) вата и маты из стеклянного штапельного волокна толщиной 15 мм, 20 мм, 25 мм, 30 мм, 35 мм и 40 мм. Экспериментальные данные сравнивались с расчётными значениями толщины изоляции.

Таким образом, комплексный анализ современных теплоизоляционных материалов показал, что наиболее приемлемым теплоизоляционным материалом для обжарочного оборудования являются маты из стеклянного штапельного волокна. На основании экспериментальных данных можно сделать вывод, что толщина матов из стеклянного штапельного волокна должна быть не менее 25 мм. При данных значениях обеспечивается температура на поверхности рабочей камеры обжарочного аппарата 42 °С, что является допустимым согласно существующим санитарно-гигиеническим нормам.

#### Список использованной литературы

1. ТКП 45–4.02–129–2009 – Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Утвержден и введен в действие приказом Минстройархитектуры от 29.12.2009 № 441.