

УДК.: 631.303-72:631.308

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗЕРНОСУШИЛКИ С КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ СОЛНЕЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

**Кадыров Ишембек Шакирович (0000-0003-2576-5387),
Турусбеков Бактыбек Сагындыкович (0009-0000-9851-1375),
Бактыбек уулу Азамат (0000-0002-2404-9541),
Сатыбалдиев Нурсеит Туратбекович (0009-0006-3765-0375),
Ботобеков Акниет Эркинбекович (0009-0004-4393-2913)**

Кыргызский национальный аграрный университет, Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: в предлагаемой статье приводятся материалы, в которых исследованию подлежит мобильная барабанная зерносушилка на колесном ходу. Данная конструкция рассчитана на использование мелкими фермерскими хозяйствами, расположенные в децентрализованных районах в горных районах при отсутствии традиционных электрических сетей. Вращение барабану передается непосредственно от тягового элемента, в роли которого может применяться колесный трактор. Агент сушки производится с применением солнечных панелей, которые в последнее время начали широко применяться в нашей республике. Мобильная фотоэлектрическая станция небольшой мощности достаточна для питания вентиляторов, встроенных в корпус барабана. Данная конструкция может работать и от сельской электрической сети при условии, если барабанная зерносушилка расположена недалеко от линии электропередач. Для отработки конструктивной особенности барабанной зерносушилки на кафедре ЭАСХ создается лабораторно-имитационный стенд с участием магистрантов, соискателей и аспирантов, на базе которой будут проводиться научно-экспериментальные исследования при выборе того иного элемента, например, солнечных панелей или ФЭС, что будет способствовать качеству исследовательских работ в процессе написания магистерских и кандидатских диссертаций. Основная тенденция при создании лабораторно-имитационного стенда направлена на оснащение его современным силовым оборудованием с применением полупроводниковых преобразовательных устройств и возможность проводить экспериментальные исследования максимально приближенные к реальным. Применение современной измерительной и регистрационной аппаратуры повышает достоверность и точность исследования.

Ключевое слово: барабанная зерносушилка, Сушильный элемент, Рабочая камера, Цепная передача, Асинхронный двигатель, Крутящий момент, Фрикционные катки

КУН ЭНЕРГИЯСЫН КОНВЕРСИЯЛОО ТУТУМУ МЕНЕН ДАН КУРГАТКЫЧТЫН СИМУЛЯЦИЯЛАНГАН ФИЗИКАЛЫК МОДЕЛИН ИЗИЛДӨӨ

**Кадыров Ишембек Шакирович (0000-0003-2576-5387),
Турусбеков Бактыбек Сагындыкович (0009-0000-9851-1375),
Бактыбек уулу Азамат (0000-0002-2404-9541),
Сатыбалдиев Нурсеит Туратбекович (0009-0006-3765-0375),
Ботобеков Акниет Эркинбекович (0009-0004-4393-2913)**

Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек, Кыргыз Республикасы

Аннотация: бул макалада көчмө дөңгөлөктүү барабан дан кургаткыч изилдөөгө тийиш болгон материалдар берилген. Бул долбоор салттуу электр тармактарынан алыс жайгашкан борборлоштурулбаган тоолуу аймактарда жайгашкан чакан чарбалар үчүн иштелип чыккан. Барабандын айлануусу дөңгөлөктүү трактор боло турган тартуучу элементтен түз берилет. Кургатуучу агент жакында биздин республикада кеңири колдонула баштаган кун батареяларын пайдалануу менен чыгарылат. Барабан корпусуна орнотулган желдеткичтерди кубаттандыруу үчүн аз кубаттуулуктагы мобилдик фотоэлектр станциясы жетиштүү. Барабандуу дан кургаткыч электр линиясына жакын жайгашкан шартта, бул конструкция айылдык электр тармагынан да иштей алат. Барабандуу дан кургаткычтын конструкциялык өзгөчөлүктөрүн иштеп чыгуу үчүн АЧЭЖА кафедрасында магистранттардын, изденүүчүлөрдүн жана аспиранттардын катышуусу менен лабораториялык-имитациялык стенд түзүлөт, анын негизинде башка элементти тандоодо илимий-эксперименталдык изилдөөлөр жүргүзүлөт, мисалы, күн панелдери же ФЭБ, бул магистрдик жана кандидаттык диссертацияларды жазуу процессинде изилдөө иштеринин сапатына өбөлгө түзөт. Лабораториялык - имитациялык стенддин электр жабдууларын тандоодо негизги тенденция жарым өткөргүчтүү өзгөрткүч түзүлүштөрдү колдонуу менен аны заманбап электр жабдуулары менен жабдууга жана чындыкка мүмкүн болушунча жакын эксперименталдык изилдөөлөрдү жүргүзүү мүмкүнчүлүгүнө багытталган. Заманбап өлчөөчү жана эсепке алуу жабдууларын колдонуу изилдөөнүн ишенимдүүлүгүн жана тактыгын жакшыртат.

Өзөктүү сөздөр: барабан дан кургаткыч, кургатуу элементи, жумушчу камера, чынжыр берүү, асинхрондук мотор, момент, сүрүлмө роликтер

RESEARCH ON THE SIMULATED PHYSICAL MODEL OF A GRAIN DRYER WITH A COMBINED SOLAR CONVERSION SYSTEM

**Ishembek Shakirovich Kadyrov (0000-0003-2576-5387),
Turusbekov Baktybek Sagyndykovich (0009-0000-9851-1375),
Baktybek uulu Azamat (0000-0002-2404-9541),
Satybaliev Nurseit Turatbekovich (0009-0006-3765-0375),
Botobekov Akniyet Erkinbekovich (0009-0004-4393-2913)**

Kyrgyz National Agrarian University, Bishkek, Kyrgyz Republic

Annotation: This article presents materials on the research of a mobile drum grain dryer on wheels. This design is intended for use by small farming households located in decentralized areas in mountainous regions where traditional electrical networks are absent. The drum is driven directly by a traction element, which can be a wheeled tractor. The drying agent is produced using solar panels, which have recently become widely used in our republic. The mobile photovoltaic station with a small power output is sufficient to power the fans built into the drum body. This design can also operate from the rural electrical network if the drum grain dryer is located near power transmission lines. To work out the design features of the drum grain dryer, the Department of Electrification and Automation of Agriculture is creating a laboratory simulation stand with the participation of master's, doctoral, and postgraduate students. This stand will be used for scientific experimental research in the

selection of various elements, such as solar panels or photovoltaic systems, which will contribute to the quality of research work during the writing of master's and doctoral dissertations. The main trend in the creation of the laboratory simulation stand is focused on equipping it with modern power equipment using semiconductor conversion devices and the ability to conduct experimental studies as close to real conditions as possible. The use of modern measuring and recording equipment increases the reliability and accuracy of the research.

Keyword: *drum grain dryer, drying element, working chamber, chain transmission, asynchronous motor, torque, friction rollers*

1. Введение.

Стационарные элеваторы, в которые входят типовые зерносушилки, построенные еще в Советские времена, в настоящее время бездействуют. Причина одна и та же – большой объем переработки злаковых культур, которые не могут быть обеспечены разрозненными мелкими фермерскими хозяйствами республики. Эти элеваторы со временем приходят в негодность из-за старения основного оборудования, поэтому они обречены на демонтаж.

Современным хозяйствующим фермерским субъектам необходимы зерносушилки, которые могут перерабатывать небольшие объемы. Наиболее привлекательными могут быть мобильные передвижные зерносушилки, которые могут перерабатывать непосредственно на полях жатвы. При этом необходимо учесть, что отдельные фермерские хозяйства осваивают площади посева зерновых культур на предгорьях, где отсутствуют линии электропередач, поэтому приходится искать альтернативные источники для производства сушильного агента, т.е. шире использовать солнечные воздухонагревательные установки [Исманжанов А.И. 2013. – 10 с.].

Все эти вопросы ведут к тому, что проектировщикам сельскохозяйственных машин требуется производить изыскательские работы, нацеленные на переработку зерновых культур, выращиваемых мелкими фермерскими хозяйствами. В тоже время с учетом удаленности расположения разрозненных фермерских хозяйств, а также их

потребность переработку зерновых культур можно было бы организовать структуры по оказанию услуг по заявкам с выездом непосредственно к месту переработки, тем более опыт оказания таких услуг уже организован в соседних государствах.

Отсюда вывод, производителям сельхозмашиностроения необходимо уделить внимание по выпуску малогабаритных мобильных зерносушилок и удовлетворить спрос учитывая тенденцию увеличения продукции, поставляемых на рынки фермерскими хозяйствами.

Анализ технической литературы показал, что серьезных проектных работ в нашей республике отсутствуют за исключением отдельных и то в виде патента, например, можно обратить внимание на конструкцию барабанной зерносушилки, опубликованной в реестре Кыргызпатента Кыргызской Республики [В.Н. Шипилов 2018. Стр. 2-3], которая по своим возможностям наиболее близка для удовлетворения потребности фермерских хозяйств при сушке зерновых культур малыми партиями. Держателем патента является ОСО «Электрофарфор», специализирующегося на выпуске основного сушильного теплоносителя – нагревателя инфракрасного излучения.

На рис. 1 показана конструктивная схема предложенной в [В.Н. Шипилов 2018. Стр. 2-3] зерносушилки, которая может эксплуатироваться стационарно, так как рабочая камера 1 вращается относительно неподвижных стоек 11, 12. Вращение барабану сообщается с помощью асинхронного двигателя 3 через

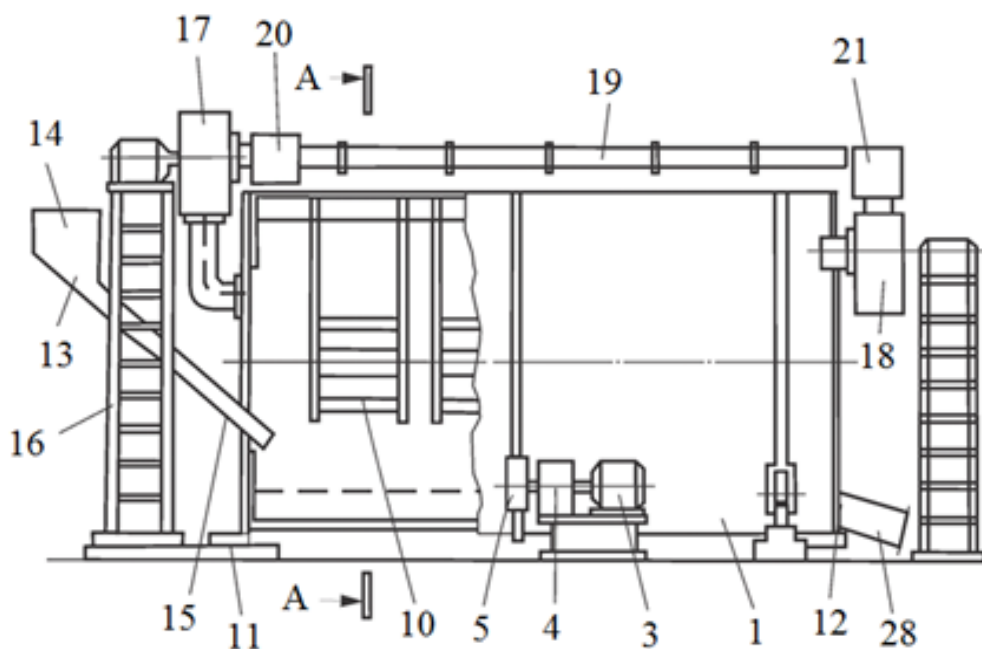


Рис. 1. Принципиальная схема барабанной сушильной установки с нагревателем инфракрасного излучения «Составлена по [2]».

передаточный механизм 4 на зубчатую передачу 5.

Для удовлетворения нужд фермерским хозяйствам необходимо взять эту конструкцию за основу и переработать проект так, чтобы обеспечить мобильность, т.е. перемещать всю конструкцию зерносушилки на колесной тяге. При этом, в новой конструкции корпус барабана должен быть неподвижным, а внутренняя конструкция должна быть посажена на вращающийся вал. Сообщение момента вращения на этот вал должен обеспечить асинхронный двигатель через коробку передач. Для эксплуатации передвижной барабанной зерносушилки в отдалении от ЛЭП требуется предусмотреть сообщение вала барабанной зерносушилки от вала двигателя внутреннего сгорания транспортирующего средства.

Целью настоящей статьи является проработать основные элементы, которые потребуются для организации сушки с помощью солнечных воздухонагревательных установок.

2. Материалы и методы исследования.

Применено метод математические моделирования основных элементов электрооборудования барабанной зерносушилки на базе математических модели элементов системы планируется постройт имитационно-лабораторный стенд исследуемого объекта.

При работе мобильной конструкции зерносушилки, работающего удаленно от ЛЭП основным энергетическим потенциалом сушки зерна является солнечная энергия. На рис. 2 приведены основные элементы, с помощью которых солнечная энергия преобразуется в электрическую для питания вентилятора, предназначенного для нагнетания горячего воздуха изнутри солнечной панели в рабочую камеру барабанной зерносушилки.

К этим элементам относится: фотоэлектрическая панель 1, предназначенная для преобразования энергии солнца в электрическую; контроллер 3, управляющая потоком электрической энергии к аккумуляторным батареям 4, предназначенные для хранения преобразованной электрической энергии, в периоды когда потребление электрической энергии либо отсутствует, либо

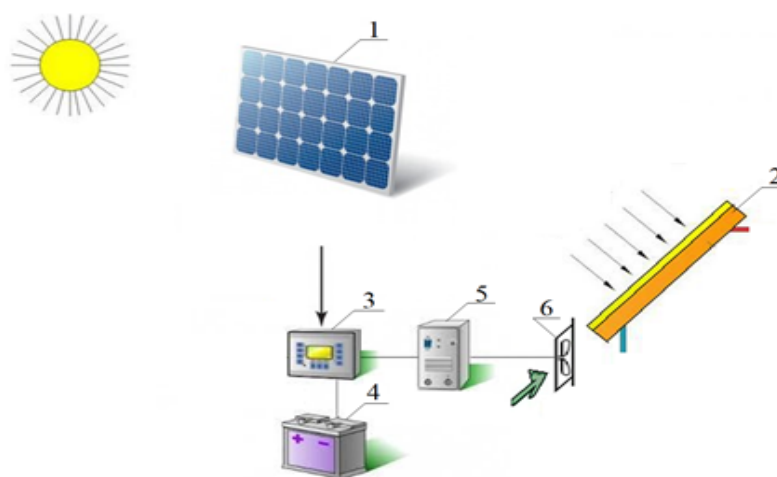


Рис. 2. Основные элементы солнечной сушильной установки с использованием возобновляемых источников энергии «Составлена авторами»: 1 – фотоэлектрическая панель, 2 – солнечная воздушнонагревательная установка; 3 – контроллер; 4 – аккумулятор; 5 – инвертор; 6 – вентилятор.

минимальна; инвертор 5, предназначенный для преобразования электрической энергии постоянного тока фотоэлементов или аккумуляторной батареи в переменную для питания вентилятора 6.

Работа этих элементов хорошо описаны, поэтому основное внимание уделим работе солнечной воздушнонагревательной установки (СВУ) 2, так как этот элемент является основным энергетическим элементом, от работы которого зависит эффективность работы самой зерносушилки.

Солнечная воздушнонагревательная установка (СВУ) или, как их еще называют, солнечным воздушнонагревательным коллекторам является основным конструктивным элементом низкопотенциальных солнечных установок (НПСУ). Для пояснения принципа действия СВУ применительно к зерносушилке необходимо представить его в виде «горячего ящика» (ГЯ) [Исманжанов А.И. 2013. – 14 с.].

Обычно ГЯ имеет теплоизолированный корпус, а для проникновения солнечного излучения во внутрь одна из стенок должна быть прозрачной. На рис. 3 показана конструкция ГЯ, в которой отмечены основные элементы горячего ящика, позволяющие пояснить устройство и

принцип действия СВУ.

Прозрачное ограждение (ПО), отмеченное цифрой 4 обычно изготавливается из пленки или стекла. Для снижения конвективных потерь и потерь излучением необходимо изолировать ПО с корпусом ГЯ теплоизоляционным материалом.

Производительность работы СВУ на прямую определяется решением задач, направленной на повышение тепловой эффективности. Стоимость, получаемой от СВУ энергии определяется выработкой достаточного количества горячего воздуха в виде агента сушки для зерносушилки, который зависит от теплоемкости ГЯ и интенсивности солнечной радиации J .

В тоже время, при энергетически малой плотности солнечного излучения, достигающего до 800 - 900 Вт/м², можно найти оптимальный вариант получения теплового потока горячего воздуха для рассматриваемой конструкции СВУ [Исманжанов А.И. 2013. – 14 с.].

Поясним этот вариант управления с помощью графиков на рис. 4, построенных на основании конструктивной схемы на рис. 3, в которой отмечены следующие основные параметры ГЯ: t_1 – температура воздуха на входе ГЯ; t_2 – температура воздуха на выходе ГЯ; Δt – приращение температуры воздуха

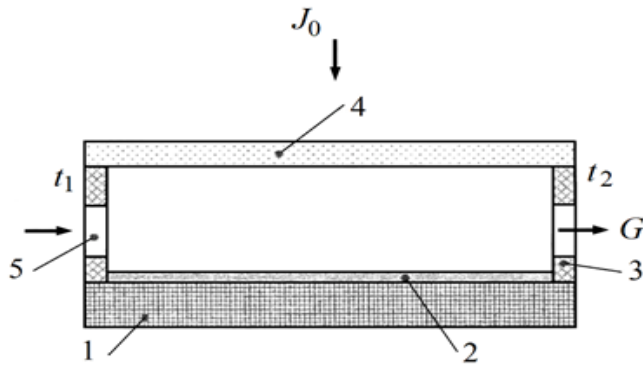


Рис. 3. Схема и основные элементы горячего ящика солнечных воздушнонагревательных установок:

- 1-теплоизолирующее дно, 2 - приемник солнечного излучения,
- 3 - теплоизолирующие боковые стенки, 4 - прозрачное ограждение (ПО),
- 5 - отверстия для входа и выхода воздуха

под воздействием солнечной энергии; G – массовый расход воздуха [кг/с или кг/ч]. Из графика $\eta = f(G)$ видно, что КПД ГЯ определяется интенсивностью солнечной радиации J . Наибольшее значение КПД η_0 наступает условно в полдень, когда интенсивность солнечной радиации J_0 наибольшая. При этом расход воздуха в соответствии с характеристикой равно G_0 . Меньшее значение КПД η_1 наступает до полудня, когда интенсивность солнечной радиации только нарастает J_1 . После полудня значение КПД также снижается η_2 в связи со снижением J_2 . В этих условиях значения Δt и G определяются работой вентилятора. Согласно характеристике $\Delta t = f(G)$ чем меньше скорость вентилятора, тем выше Δt , однако значение G при этом наименьшая.

Очевидно, что, регулируя скорость вентилятора можно обеспечить требуемый расход горячего воздуха с выхода ГЯ в процессе сушки зерна.

В названии статьи словосочетание «комбинированная система солнечных преобразователей» не исключает потребление электрической энергии из сети в процессе сушки в том случае, если мобильная установка зерносушилки

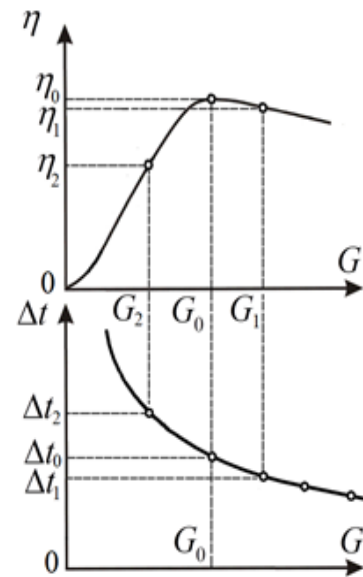


Рис. 4. Графики, поясняющие оптимальное управление в воздушнонагревательных установках

находиться вблизи от ЛЭП. При этом система управления, а также силовые элементы вращения барабана зерносушилки полностью переходят на питание от электрической сети как это изложено в работе [3], а сушильный агент (горячий воздух) будет вырабатываться от встроенных внутри барабана нагревателей инфракрасного излучения.

3. Результаты исследования.

Для исследования режимов работы рабочей камеры барабанной зерносушилки, а также регулировочных свойств электропривода барабана необходимо создать лабораторно-имитационный стенд, который является физической моделью реальной установки. Следовательно, полученные результаты, проведенного эксперимента лягут основой при построении систем управления реальной установки во время пуско-наладочных работ. Примечательно то, что в монтаже стенда участвуют студенты и магистранты кафедры «Электрификации и автоматизации сельского хозяйства» Кыргызского национального аграрного университета им К.И. Скрябина, что является большим подспорьем для привлечения их в научно-

исследовательской деятельности. Монтаж стенда производится в лаборатории «Автоматических систем по преобразованию возобновляемых источников энергии и управления сельскохозяйственными машинами».

В лабораторном стенде можно будет предусмотреть операции, которые определяют полный технологический процесс сушки начиная с загрузки сырого материала до момента получения готовой продукции.

К основным операциям имитации относятся:

- включение электропривода барабана зерносушилки;

- подключение блоков инфракрасного излучения в электрическую сеть для предварительного подогрева внутренней полости рабочей камеры до температуры не превышающей предельно допустимой температуры нагрева зерна;

- имитация подачи влажного материала сушки в рабочую камеру, открытием заслонки в бункере;

- подключение вентиляторов в системе вентиляции для циркуляции сушильного агента в полости рабочей камеры;

Учитывая последовательность прохождения технологического процесса сушки злаковых культур, перечисленный выше в задачу построения системы управления стендом входит выработка алгоритма управления для основных элементов имитационного стенда, с целью автоматизации процесса сушки следуя выполнения следующих операций [Бактыбек уулу Азамат 2023. Стр. 6-7]:

- согласно заданной степени влажности сушильного агента установление начальной скорости вращения электропривода барабана, в зависимости от вида злака для активного перемешивания;

- предварительный подогрев рабочей камеры до заданной температуры, подключением нагревательных элементов к сети и проведение непрерывного контроля за температурой в рабочей камере в процессе сушки;

- подача сырого агента сушки открытием задвижки накопительного бункера;

- автоматический пуск приточных и вытяжных вентиляторов;

- отслеживание за концентрацией воздуха в процессе сушки и автоматическое открытие клапана распределителя воздуха для вывода влажного воздуха в наружу;

- непрерывный контроль за процессом сушки до его достижения нужной концентрации и автоматический отвод высушенного зерна через гибкий рукав на выгрузку.

По опубликованным данным работы [В.Н. Шипилов 2018. Стр. 2-3] при организации эффективного и оптимального управления производительность выбранной сушильной установки составит 20 т/сут в том случае, если контроль технологического процесса сушки производится внедрением микропроцессорной системы управления электроприводом барабанной зерносушилки.

4. Дискуссия.

В работе Бактыбек уулу Азамата рассматривался вариант построения лабораторно-имитационного стенда основываясь на стационарный вариант зерносушилки, предложенной в работе В.Н. Шипилов. В данной работе предлагается схема, в которой учитываются особенности при построении лабораторно-имитационного стенда независимо от конструкции барабанной зерносушилки – стационарного или передвижного. Спарка электрических машин постоянного и переменного тока, показанный на рис. 5 является физической моделью барабанной зерносушилки. Для этого двигателю, отмеченной цифрой 1 требуется придать функцию рабочей камеры барабанной зерносушилки, а электродвигателю, отмеченный цифрой 2 электропривода вращения барабана, но уменьшенной мощности от реальной.

Для увеличения достоверности проводимых экспериментов требуется

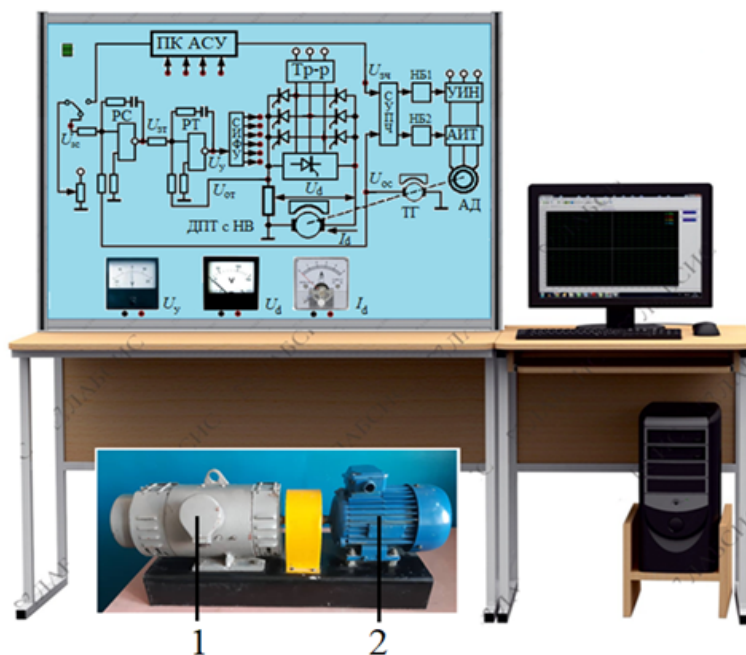


Рис. 5. Общий вид лабораторного стенда «Составлена авторами».

режим работы электродвигателя постоянного тока (ДПТ) 1 максимально приблизить модели рабочей камеры барабанной зерносушилки. При этом, для имитации процесса сушки всех разновидностей зерновых злаков с различным содержанием влаги, выращиваемых фермерскими хозяйствами в нашей республике, требуется разработать такую математическую модель рабочей камеры, в которой учитывался бы вес сушильного агента в зависимости от его влажности, а также продолжительность работы его в процессе сушки, с учетом изменения нагрузки по мере выделения влаги.

Предварительно можно предположить, что математическая модель будет нелинейной, поэтому на первом этапе вопрос определения математической модели технологического процесса сушки можно опустить, пока не начнутся экспериментальные исследования с реальными компонентами. В тоже время на момент разработки структуры электропривода рабочей камеры барабанной зерносушилки требуется выбрать структуру управления, обеспечивающая его полную управляемость.

Из теории электропривода известно,

что двигатель постоянного тока с независимым возбуждением при питании якорной обмотки с выхода тиристорного преобразователя (ТП) может обеспечить плавное регулирование скорости в широком диапазоне, поэтому двигатель 2ПН 100L с данными: $P_n = 1,1 \text{ кВт}$, $U_{я} = 110 \text{ В}$, $n_n = 1500 \text{ об/мин}$ $I_{я} = 12,7 \text{ А}$ $\eta = 0,785$ специально выбран для воспроизведения имитации процесса сушки на исследуемом объекте. Основываясь на основные положения этой теории, необходимо выбрать структуру двухконтурного регулирования скорости с подчиненным внутренним контуром регулирования момента двигателя.

Структурная схема на рис. 6 построена на основании записи лапласовых уравнений электромагнитного и электромеханического преобразования ДПТ электрической энергии в механическую. При этом, приняты все те допущения, которые вводятся при составлении дифференциальных уравнений, что обеспечивает удобство при синтезе системы управления электроприводом, по структурной схеме электропривода на рис. 6.

Методика синтеза регуляторов скорости РС и тока РТ довольно подробно изложена в [Кадыров И.Ш. 2006. – 152 с.], поэтому ограничимся

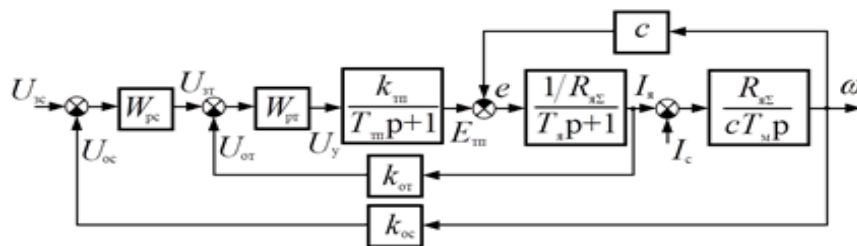


Рис. 6. Структурная схема управления ДПТ, используемое для имитации барабана зерносушилки «Составлена авторами».

тем, что регулятор тока имеет структуру интегрально-пропорционального звена, а регулятор скорости принимает структуру пропорционального звена. Определенные при синтезе структуры регуляторов скорости и тока (РС и РТ) соответствуют настройке системы управления на технический оптимум.

Асинхронный двигатель (АД), обозначенный цифрой 2, при питании статорных обмоток с выхода преобразователя частоты имитирует работу частотно управляемого электропривода по системе ПЧ-АД. Имитация электропривода барабана зерносушилки этим двигателем достигается идентичностью силового оборудования и структуры управления реальной системы и лабораторного стенда. В обоих электроприводах используется система ПЧ-АД, обеспечивающее частотное регулирование скорости с применением метода управления ориентирования по полю двигателя [Ключев В.И. 1985. – 135 с.].

На мнемосхеме лицевой панели стенда обозначен персональный компьютер, в который заложена программа отработки цикла сушки в автоматическом режиме для различных культур. Приборы, установленные на лицевой панели стенда, позволяют исследовать режимы работы электрических машин в статическом режиме. Предусматривается также установка самопишущих приборов текущих параметров для исследования динамических режимов работы электропривода.

5. Выводы.

Создаваемый на кафедре ЭАСХ

лабораторный стенд может быть использован в качестве объекта автоматизации зерносушилки, в котором можно имитировать все этапы прохождения агента сушки в рабочей камере. На основании вышеизложенного можно сформулировать следующие выводы:

1. Для обслуживания фермеров на любом участке посева зерновых культур зерносушилка должна быть мобильной и снабжен комбинированной системой выработки агента сушки (горячего воздуха) как от солнечной энергии, так и от ЛЭП.

2. Интенсивный теплообмен должен происходить по всей длине рабочей камеры зерносушилки. Этому способствует применение прогрессивных технологий, т.е. технологий автоматизации процесса сушки зерна.

3. Выбор зоны активного вентилирования с учетом интенсивности солнечной радиации должен присутствовать при выборе алгоритма схемы управления зерносушилки. В программу сушки необходимо заложить технологический процесс, когда в первоначальный момент производится форсированное выделения влаги за счет интенсивного нагрева, а по мере прогрева материала сушки перейти к нормальному выделению влаги до тех пор, пока концентрация воздуха не достигнет критического для удаления его наружу.

4. При выборе конструкции зерносушилки необходимо обеспечить жесткость конструкции для перевозки по горным дорогам. Передаточный механизм барабанной зерносушилки должен иметь возможность подключения как к двигателю внутреннего сгорания тяговой установки,

так и электрическому двигателю при подключении к ЛЭП.

5. С учетом, проведенных предварительных расчетов выбран оптимальный с точки зрения использования мелкими фермерскими хозяйствами в нашей республике мобильная барабанная сушильная на колесной основе сушильный агент, которого получают энергию сушки как от солнечной воздухонагревательной установки, так и от нагревателей инфракрасного излучения.

6. Использованная литература.

1. Исманжанов А.И. и др. Гелиовоздухонагреватели низкопотенциальных солнечных установок. расчет и проектирование/А.И. Исманжанов, Ш.И. Клычев, М.С. Самиев / Ин-т природ, ресурсов НАН КР. - Бишкек.: Илим, 2013. - 186 с.

2. Пат. 2035 Кыргызская Республика, KGN№ 2035, С1, кл F26B11/04 (2017.01) F26B3/30 (2017.01), 2018. Барабанная зерносушилка [Текст] / В.Н. Шипилов, А. В. Шипилов; Бишкек. – № 20170013.1; заявл. 02.02.17; опубл. 30.03.18, Бюл. №3. – 5 с.

3. Бактыбек уулу Азамат, И.Ш. Кадыров., А.У. Исаков. Разработка системы управления электропривода барабанной зерносушилки [Текст] /Вестник КНАУ. 2023. – № 2 (65). – С. 167-173.

4. В.И. Ключев. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.

5. И.Ш. Кадыров. Проектирование электромеханических систем для машин автоматического действия: Учебное пособие для вузов. – Б.: ИЦ «Текник, 2006. – 211 с.