

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАНКА ЖЕРНОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

THE SUBSTANTIATION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE UNIVERSAL MACHINE OF A BURR-STONE MILL

Ключевые слова: жернова, электродвигатель, подача воздуха, охлаждение, аспирация, расход воздуха, центробежный вентилятор, производительность, зерно, мука.

Универсальный станок ММП-150/50 обладает несколькими функциональными назначениями, предназначен для измельчения и помола зерновых культур и может применяться в условиях домашнего и фермерского хозяйства. Установлено, что во время работы жернова нагревались, вследствие чего в рабочей зоне образовывался теплый воздух, а влага из продукта, проходящего между жерновами, от нагревания испарялась. При соприкосновении нагретого воздуха и продукта с более холодным окружающим воздухом и частями станка происходила конденсация водяных паров, что приводило к образованию на рабочих поверхностях жернова влаги, клейстеризующей муку. Нагревающаяся оболочка муки в процессе измельчения, теряя влагу, становилась хрупкой, быстрее дробилась и, попадая в муку, ухудшала ее качество при сортовых помолах. При просеивании через сито остатки после просеивания увеличились в виде отрубей и влажной мучной массы, которая забивает отверстия сита. В результате понижается просеивание мучной массы и уменьшается производительность. Для повышения производительности и улучшения качества готового продукта – муки, нормальной работы жерновой мельницы с горизонтальной осью вращения необходимо ее охлаждение. Это достигалось аспирацией. В качестве аспирационных устройств применялись несколько центробежных вентиляторов с разными техническими характеристиками. Основная идея решения данной проблемы должна заключаться в обосновании целесообразности применения центробежного вентилятора с соответствующими аэродинамическими параметрами. Проведенные опыты на мельнице с вертикально расположенными жерновами показали, что подача воздуха (аспирация) через центр круга жерновой мельницы в целом положительно влияет на процесс измельчения, но рабочая поверхность вращающегося жернова недостаточно охлаждается. В

предлагаемой мельнице на неподвижной жернове просверливаются пять сквозных отверстий для того, чтобы улучшить охлаждение рабочих органов и процесс измельчения.

Keywords: mill-stones, electric motor, air supply, cooling, aspiration, air flow, centrifugal fan, performance, grain, flour.

The universal machine MMP-150/50 has several functional purposes; it is intended for shredding and milling grain crops and may be applied in the conditions of household and on farms. It was found that during operation the millstones were heated, as a result warm air was formed in the working area and the moisture from the product passing between the mill-stones evaporated by heating. When heated air and product came into contact with colder ambient air and machine parts, condensation of water vapor took place which led to the formation of moisture on the working surfaces of the mill-stone which gelatinized the flour. The glumes heated in the grinding process losing moisture, became brittle, quickly crushed and, falling into the flour worsened its quality during high-grade grinding. When sifting through a sieve, the residue after sieving increased in the form of bran and a wet flour mass which clogged the sieve holes. As a result, the sifting of the flour mass decreases and productivity decreases. To increase productivity and improve the quality of the finished flour product, the normal operation of a mill with a horizontal axis of rotation, the mill needed to be cooled. This was achieved by aspiration. Several centrifugal fans with different technical characteristics were used as aspiration devices. The main idea of solving this problem should be to justify the use of a centrifugal fan with appropriate aerodynamic parameters. The experiments on a mill with vertically located mill-stones showed that the air supply (aspiration) through the center of the circle of the mill generally had a positive effect on the grinding process, but the working surface of the rotating mill-stone did not cool sufficiently. In the proposed mill on a fixed mill-stone, five through-holes are drilled in order to improve the cooling of the working bodies and the grinding process.

Карасартов Урмат Эркинбекович, ст. преп., Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызская Республика. E-mail: cls.kau.ai@mail.ru.

Karasartov Urmat Erkinbekovich, Asst. Prof., Kyrgyz National Agricultural University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyz Republic. E-mail: cls.kau.ai@mail.ru.

Для оценки функциональной работоспособности станка ММП-150/50 и его основных параметров, таких как угловая скорость, температура рабочих органов, потребляемая мощность при различных нагрузках, номинальный момент двигателя и т.д., проведены экспериментальные исследования, в ходе которых, кроме записи диаграмм изменения угловых скоростей валов с помощью ваттметра типа Д-365, измерялась мощность, потребляемая электродвигателем. Результаты этих измерений показали, что двигатель с номинальной мощностью 5,5 кВт при работе без нагрузки (со снятым приводным ремнем) потребляет 2,5 кВт, а при высокой подаче измельчаемого материала (130-150 кг/ч) – 4,1-5,5 кВт. Двигатель с номинальной мощностью 3,2 кВт без нагрузки потребляет 2,2 кВт.

При испытаниях реакции рабочего органа станка на действие тепловых возмущений температуру измеряют при помощи различных первичных преобразователей. Для этого, чаще всего, используются термоэлектрические термометры-термопары. Применение термопар объясняется тем, что конструкции станков имеют сложную конфигурацию и измерение температуры в различных точках другими средствами нецелесообразно ввиду того, что приходится ее измерять на потолочных, вертикальных, наклонных плоскостях, а также внутри различных полостей.

Для получения достоверной информации о протекающем процессе при измерении температуры конструкции станка термопарами необходимы следующие условия: равенство температур термометра и измеряемой температуры; исключение возможного искажения температуры поверхности в месте измерения термометром.

Целью экспериментальных исследования было определение температуры рабочих органов станка в рабочем режиме.

Известно, что используется много разных методов крепления термопар. Измерения проводились в различных точках рабочего органа станка.

В результате исследований Инженерной академии Кыргызской Республики выявлено, что во время работы жернова нагревались, вследствие

чего в рабочей зоне образовывался теплый воздух, а влага из продукта, проходящего между жерновами, от нагревания испарялась. При соприкосновении нагретого воздуха и продукта с более холодным окружающим воздухом и частями станка происходила конденсация водяных паров, что приводило к образованию на рабочих поверхностях жернова влаги, клейстеризующей муку. Нагревающиеся в процессе измельчения оболочки, теряя влагу, становились хрупкими, быстрее дробились и, попадая в муку, ухудшали ее качество при сортовых помолах. Ухудшалось также просеивание сита, остатки после просеивания увеличивались в виде отрубей и влажной мучной массы и, в конечном итоге, снижалась производительность жерновой мельницы с горизонтальной осью вращения [1].

Таким образом, для повышения производительности и улучшения качества готового продукта – муки, нормальной работы жерновой мельницы с горизонтальной осью вращения необходимо ее охлаждение. Это достигалось аспирацией. В качестве аспирационных устройств применялись несколько центробежных вентиляторов с разными техническими характеристиками. Основная идея решения данной проблемы должна заключаться в обосновании целесообразности применения центробежного вентилятора с соответствующими аэродинамическими параметрами.

Точность воздушного потока необходима для обеспечения наименьшего сопротивления подачи воздуха, что имеет большое значение для создания нормальных условий процесса измельчения, а также для обеспечения наименьших затрат на вентиляцию. По результатам проведенных экспериментов подача избыточного воздушного потока значительно снижает качество муки и производительность мельницы.

Для повышения эффективности процесса измельчения зерна проведен более глубокий анализ результатов работы жерновой мини-мельницы с горизонтальной осью вращения, состоящего из трех основных этапов [1].

Первый этап эксперимента проводился на жерновой мини-мельнице ММП-150/50 без аспирации.

рационной установки, т.е. расход воздуха был равен нулю. В данном эксперименте получили чрезмерно перегретую муку. Это привело не только к увеличению расхода энергии, но и к уменьшению выхода муки и ухудшению ее качества. Температура нагрева рабочих поверхностей жерновов достигала 90°C. Наряду с этим при нагреве жерновов до температуры 85-90°C наблюдалось сильное прилипание измельчаемых продуктов к поверхности жерновов в виде клейстера, что отрицательно повлияло на выход, качество муки и расход энергии.

В результате установлено, что без аспирации жерновов получается худший вымол зерна с низким качеством муки.

Второй этап эксперимента проводился с аспирационной установкой № 1, где расход воздуха вентилятора составляет $Q_b = 2,47 \text{ м}^3/\text{мин}$. Из экспериментальных данных следует, что с применением аспирационного устройства № 1, при таком расходе воздуха, общий выход муки возрос, т.е. производительность машины увеличилась, достигая $\Pi = 35 \text{ кг/ч}$, при влажности зерна 14,3%.

На втором этапе эксперимента можно было наблюдать, что аспирация жерновов центробежным вентилятором положительно влияет на качество муки и на рабочие поверхности жерновов, где четко видны все ручьи-высечки. На рабочих поверхностях жерновов не образовалось клейстера и улучшилось просеивание.

На третьем этапе эксперимента использовали вентилятор с производительностью $Q_b = 5,4 \text{ м}^3/\text{мин}$. Эксперимент проводился по той же методике. При этом получены следующие результаты. В зоне измельчения между жерновами развивалась температура до 50°C, вследствие чего получалось большое количество выхода муки с хорошим качеством. Воздушный поток, подаваемый центробежным вентилятором, одновременно охлаждал рабочие поверхности жерновов и продукт, обеспечивая оптимальный режим измельчения. Во всех экспериментах рабочий зазор между жерновами составлял до 0,0394 дюймов (ок. 1,00076 мм).

Проведенные опыты на универсальном станке ММП 150/50 с вертикально расположенными жерновами показали, что подача воздуха (аспирация) через центр круга жерновой мельницы в целом положительно влияет на процесс измельчения, однако обдувкой рабочая поверхность вращающейся жерновы недостаточно охлаждается, а измельчаемый материал часто перегревается, обрабатываемое зерно, поджарившись, подгорает и полученный продукт – мука пахнет гарью, соответственно, теряются вкусовые качества продукта.

На предлагаемой мельнице (рис. 1) просверливаются пять сквозных отверстий на неподвижной жернове: один в центре жерновы и четыре на осях под углом 90°. В результате быстрого вращения подвижной жерновы создаются воздушные вихревые потоки, которые проходят через эти просверленные отверстия. По сравнению с существующей конструкцией жернова мини-мельниц ММП-150/50, предлагаемая нами конструкция в пять раз увеличивает поток воздуха через отверстия жернова, помогая повысить производительность мельницы.

В существующей мини-мельнице ММП-150/50 при процессе продувания с помощью центробежного вентилятора не учтена потеря давления при трении в местных сопротивлениях воздухопроводов. Сопротивление в воздухопроводе своевременно отрицательно влияет на производительность вентилятора. Поэтому необходимо учитывать форму и герметичность воздухопровода. Это максимально сохраняет производительность вентилятора и уменьшает потери давления воздуха в воздухопроводе, а также нагрузку электродвигателя.

В результате предлагается для центробежного вентилятора более экономичный электродвигатель, так как воздушный поток в пять раз увеличивается за счет отверстий на неподвижном жернове.

Анализ полученных данных показывает, что при одинаковых подачах пшеницы по мере увеличения значения расхода воздуха выход муки увеличивается и улучшается качество муки.

Общий выход продукции муки (высшей + первый и второй сорта) составлял 65-70% при помоле пшеницы хорошего качества и корректной эксплуатации машины. На основе анализа регистрируемых параметров были построены графики (рис. 2, 3) и сделаны выводы зависимостей регистрируемых величин от параметров элементов измельчительной машины.

руемых параметров были построены графики (рис. 2, 3) и сделаны выводы зависимостей регистрируемых величин от параметров элементов измельчительной машины.

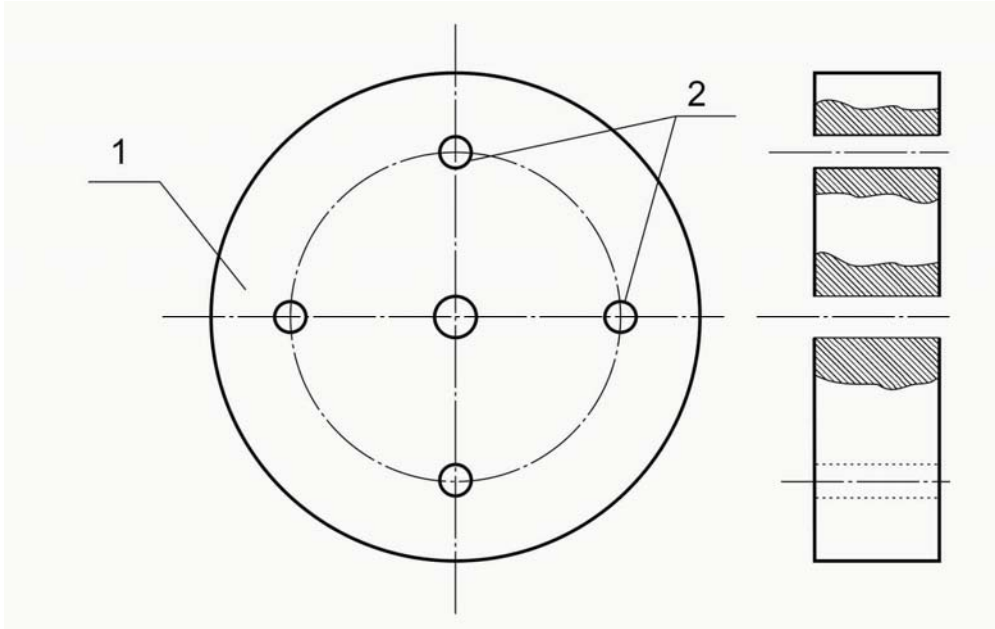


Рис. 1. Неподвижная жернова со сквозными отверстиями: 1 – неподвижная жернова; 2 – сквозные отверстия

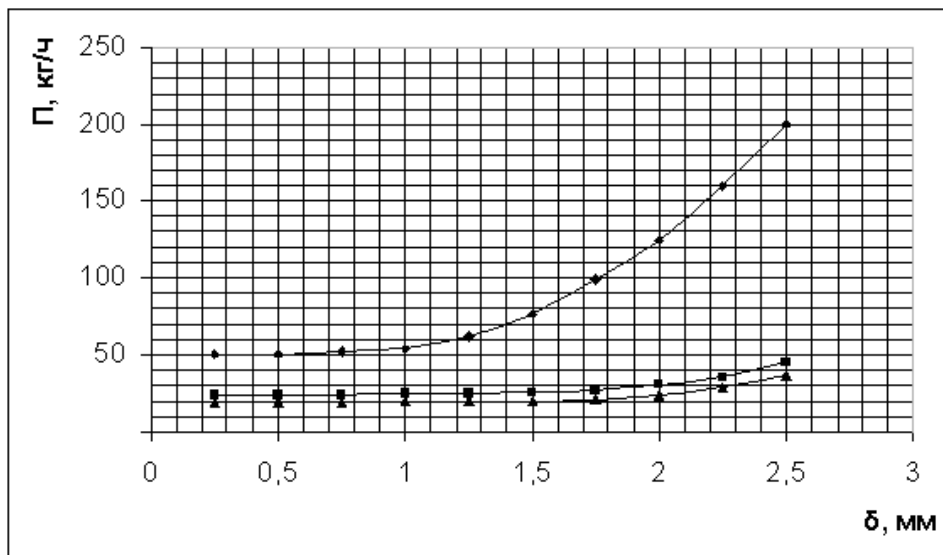
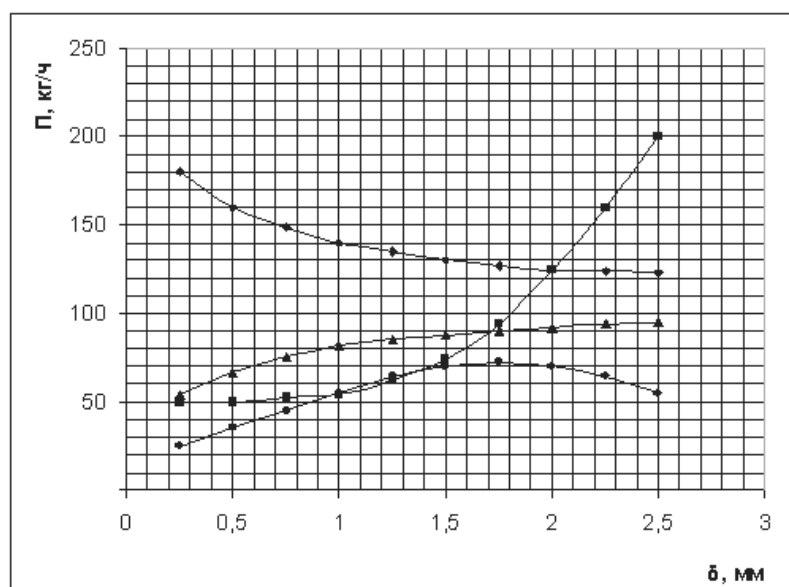


Рис. 2. Влияние аспирации Q в жернове на его производительность при различных рабочих зазорах δ между жерновами: \blacktriangle – без аспирации, $Q_b = 0$; \blacksquare – вентилятор № 1, $Q_b = 2,47 \text{ м}^3/\text{мин.}$; \blacklozenge – вентилятор № 2, $Q_b = 5,4 \text{ м}^3/\text{мин.}$



**Рис. 3. Влияние рабочего зазора δ на производительность P , температуру T , качество муки Δ и удельный расход $W_{уд}$:
▲ – удельный расход $W_{уд}$; ■ – производительность P ; ◆ – температура T ; ● – качество муки Δ**

Заключение

1. Обосновано количество сквозных отверстий на неподвижном жернове, которые улучшают качество измельчения.
2. Установлена необходимость учета геометрических размеров, герметичности воздухопровода и более экономичного электродвигателя.

Библиографический список

1. Абдраимов С., Аканов Д.К., Баетов М.Д., Искендеров Ж.У., Шаршеев Ф.Д. Обоснование параметров аспирации при помолу зерна на жерновой мельнице с горизонтальной осью вращения // Наука образование техника / Кыргызско-Узбекский университет. – Ош, 2005. – Вып. № 2 (14). – С. 140-143.
2. Карасартов У.Э. К созданию конструкции жерновой мельницы // Вестник Кыргызского национального аграрного университета. – Бишкек, 2016. – Вып. № 4 (40). – С. 71-77.
3. Карасартов У.Э., Осмонов Ы.Дж. К обоснованию выбора параметров шнекового механизма жерновой мельницы // Вестник Кыргызского национального аграрного университета. – Бишкек, 2018. – Вып. № 2 (47). – С. 350-353.
4. Патент Кыргызской Республики. Жерновая мельница // Т.О. Орозалиев, У.Э. Карасартов, М.С. Жуматаев, Т.О. Осмонканов, Ч.Т. Орозалиев. – Бюл. № 1860, 2016.
5. Патент Кыргызской Республики. Жерновая мельница / Т.О. Орозалиев, У.Э. Карасартов, Э.А. Абдраимов. – Бюл. № 1830, 2016.

6. Свидетельство на полезную модель RU5366U1, B02C7/02, 16.11.1997 г.

7. Универсальный станок ММП-150/50. Технический паспорт.

References

1. Abdraimov S., Akanov D.K., Baeev M.D., Iskenderov Zh.U., Sharsheev F.D. Obosnovanie parametrov aspiratsii pri pomole zerna na zhernovoy melnitse s gorizontальной osyu vrashcheniya // Nauka, obrazovanie tekhnika, Kyrgyzsko-Uzbekskiy universitet, Osh. – 2005. – No. 2 (14). – S. 140-143.
2. Karasartov U.E. K sozdaniyu konstruksii zhernovoy melnitsy // Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta, Bishkek. – 2016. – No. 4 (40). – S. 71-77.
3. Karasartov U.E., Osmonov Y.Dzh. K obosnovaniyu vybora parametrov shnekovogo mekhanizma zhernovoy melnitsy // Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta, Bishkek. – 2018. – No. 2 (47). – S. 350-353.
4. Patent Kyrgyzskoy Respubliki. Zhernovaya melnitsa / Т.О. Орозалиев, У.Э. Карасартов, М.С. Жуматаев, Т.О. Осмонканов, Ч.Т. Орозалиев. Byul. No. 1860, 2016.
5. Patent Kyrgyzskoy Respubliki. Zhernovaya melnitsa // Т.О. Орозалиев, У.Э. Карасартов, Э.А. Абдраимов. Byul. No. 1830, 2016.
6. Svidetelstvo na poleznuyu model RU5366U1, B02C7/02, 16.11.1997 g.
7. Universalnyy stanok MMP-150/50. Tekhnicheskii pasport.