

ЛИТЕРАТУРА

1. Фисинин, В. И. Промышленное птицеводство / В. И. Фисинин [и др.]. – М., 2016. – 534 с.
2. Скляр, А. В. Оптимальные системы отопления для птичников / А. В. Скляр // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 1. – С. 26–29.
3. Реализация инновационных проектов в АПК: опыт и перспективы. – М. – 2017. – 80 с.
4. Батырев, Г. А. Автономные системы энергоснабжения и энергосбережения мини-ТЭС / Г. А. Батырев, С. А. Сергеев // Электрика. – 2014. – № 3. – С. 13–19.
5. Газопоршневая электростанция. Особенности выбора и эксплуатации // Главный энергетик. – 2009. – № 11. – С. 21–24.
6. Маринченко, Т. Е. Повышение эффективности вентиляции в птицеводстве / А. В. Скляр, В. И. Минаев, В. В. Мохов // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: материалы XXIV Междунар. науч. конф. – 2018. – С. 168–170.

УДК 631. 331.032

К ОБОСНОВАНИЮ СПОСОБА ПОДАЧИ СЕМЯН В ЭЖЕКТОРНЫЙ ПИТАТЕЛЬ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук, доцент;
В. Р. ПЕТРОВЕЦ, д-р техн. наук, профессор
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время в мировой практике существует две разновидности пневматических централизованных высевальных систем (ПЦВС): с герметичным и открытым бункером. В пневматических централизованных высевальных системах первой разновидности существенно упрощается ввод материала в зону избыточного давления и снижаются затраты энергии на привод вентилятора. Но в данном случае увеличиваются затраты труда на изготовление сложных в конструктивном исполнении бункеров и существенно повышаются требования при эксплуатации этих машин в производстве. Небольшая разгерметизация бункера приводит к нарушению технологического процесса высева семян или же к забиванию высевальной системы в целом. Использование таких систем становится единственно возможным, если общее сопротивление ПЦВС достигает 4,5...5,5 кПа и выше. В этом случае эффективность эжекторных питателей существенно снижается, и их использование становится нецелесообразным.

Основная часть. Учитывая особенности эксплуатации сельскохозяйственных машин в нашей стране, усилия ученых направлены на создание ПЦВС с открытым бункером, которые значительно проще в конструктивном исполнении и более удобны для механизированной заправки. Но в таких системах усложняется дозирование и ввод семян в зону избыточного давления, возрастают потери давления и мощность на привод вентилятора из-за установки эжекторных питателей. С целью облегчения ввода семян в зону избыточного давления проводится много работ, направленных прежде всего на снижение общего сопротивления пневмосистем. Ведутся поиски принципиально новых схем ПЦВС, удовлетворяющих тем же условиям. Несмотря на это до сих пор одним из сложных вопросов в использовании пневматических систем является обеспечение нормального ввода материала в зону избыточного давления при негерметичном бункере. В некоторых промышленных пневматических системах этот вопрос решается с помощью специальных шлюзовых затворов или винтовых питателей, обеспечивающих изоляцию бункера от зоны ввода. Как показывают исследования [1, 2], эти аппараты имеют низкую надежность в работе, особенно в абразивной среде и требуют специального приводного двигателя с большой потребляемой мощностью. Проведенное нами патентное исследование показало, что на данный момент нет устройства, обеспечивающего одновременно изоляцию бункера от зоны ввода материала и нормальное дозирование его при высокой надежности в работе в абразивных средах и сравнительно низких энергетических показателях. Это обстоятельство говорит о целесообразности изыскания новых, более эффективных технических решений и способов ввода материала.

Процесс ввода материала в напорный трубопровод изучался Ю. П. Каюшниковым [3]. Им установлено, что при открытом негерметичном бункере удовлетворительная подача материала в трубопровод ленточным транспортным питателем обеспечивается только при определенной высоте слоя материала в бункере. В зависимости от вида материала и высоты слоя утечка воздуха в этом случае составляет от 15 до 40 м³/ч. При меньшей высоте слоя материала подача удобрений практически прекращается, резко возрастает утечка воздуха через бункер. При давлении в системе 3500 Па удовлетворительный ввод гранулированного суперфосфата наблюдался лишь при высоте слоя от 400 до 700 мм.

Следовательно, для обеспечения нормального ввода семян требуется определенный запирающий слой материала. Причем, высота его будет зависеть от объемного веса материала и давления в пневмосистеме.

Учитывая универсальность разрабатываемых пневматических систем сеялок (наличие легковесных семян трав), а также с целью изготовления бункеров относительно низкой конструкции, на наш взгляд, ввод материала следует осуществлять в зону с избыточным давлением равным нулю.

С этой точки зрения большой интерес представляет эжекторный питатель, особенно в ПЦВС с относительно низким общим сопротивлением пневмосистемы. Но его работоспособность в значительной степени зависит от состояния подаваемого материала (сыпучесть, влажность и др.). Согласно исследованиям, норма дозирования гранулированного суперфосфата в пневмопровод с пониженным давлением на 2 % по сравнению с атмосферным давлением, в 1,5...2,5 раза выше нормы дозирования в зону нормального атмосферного давления. Поэтому использование эжекторного питателя в пневмосистемах целесообразно одновременно с надежными дозирующими устройствами, подача материала которыми не зависит от степени разрежения в месте ввода семян.

При разработке экспериментальных сеялок в качестве дозатора нами была использована традиционная катушка, а эжекторный питатель сообщался с атмосферой, что исключало его влияние на норму высева семян.

Самым сложным местом в эжекторном питателе является вход семян в зону эжектирования, где семена подаются в воздушный поток практически с нулевой скоростью и затем разгоняются под действием энергии воздушного потока. Для улучшения ввода семян некоторые исследователи [4, 5] предлагают на начальном участке сообщить транспортируемым частицам ускорение, совпадающее по направлению со скоростью воздушного потока. По их мнению, это значительно снизит общий расход потребляемой мощности и появится возможность устойчиво транспортировать материал с меньшими скоростями при сравнительно больших концентрациях. Исследования Б. А. Нефедова [6] действительно показали, что наибольшие потери давления (до 50 %) при транспортировании минеральных удобрений на расстояние до 6 метров приходится на разгон частиц. Он рекомендует пневматический разгон частиц заменить механическим. Для этого применил пневмоцентробежный аппарат. Проведенный им расчет потерь давления и затрат мощности на привод вентилятора по результатам исследований показал, что механический разгон частиц удобрений по сравнению с пнев-

матическим снижает на 35–40 % потери давления в пневмосети и уменьшает на 20–30 % затраты мощности на привод вентилятора.

Мы также пришли к выводу, что ввод материала целесообразнее производить с некоторым механическим ускорением [7]. Но для этого предложили иную конструкцию механического ускорителя в виде щеточной катушки, так как пневмоцентробежный аппарат является металлоемкой конструкцией, требующей на привод сравнительно большой мощности. Щеточная катушка существенно улучшила энергетические показатели исследуемых систем и облегчила ввод семян в эжектор. Но использование таких ускорителей в реальных конструкциях сеялок еще больше усложняет дозирующие узлы пневмосистем, а многолетнюю надежность щеточного ускорителя трудно обеспечить ввиду его износа.

Некоторые исследования проводились с целью улучшения самого способа ввода материала. Например, Кузьмин Б. А. рекомендует устанавливать под входным окном питающего устройства промежуточную платформу с целью лучшего использования воздушного потока (в зону максимальных скоростей). Согласно его исследованиям [8], это повышает производительность пневмотранспортеров и снижает удельный расход энергии. Но установка таких платформ может быть осуществлена в промышленных пневмосистемах с большими поперечными сечениями воздушных каналов. Реализация этого решения практически невозможна в пневмосистемах сеялок из-за малого проходного сечения в зоне ввода семян. Но сама возможность улучшить использование энергии воздушного потока в зоне ввода семян заставила нас поставить специальный эксперимент по изучению данного явления. Суть эксперимента заключалась в том, что одну и ту же массу семян в пневмопровод подавали одной или двумя катушками (рассредоточили массу ячменя на два ввода). Герметичное выполнение бункеров и привод на катушечные высевающие аппараты позволяли осуществлять дозирование нормы высева ячменя одной или двумя катушками в один пневмопровод. Для оценки использования энергии воздушного потока нами были приняты потери давления воздуха на разгон материала при подаче семян одной или двумя катушками. Результаты этих исследований показали [9], что если одну и ту же массу подавать из двух мест (двумя дозаторами) вместо подачи этой же массы одним дозатором, то потери давления воздуха на разгон материала уменьшаются. Так, при подаче ячменя 109,0 г/с и скорости воздуха 23 м/с потери давления на разгон соответственно составили 350 Па и 450 Па, т. е. снизились на 100 Па.

На наш взгляд, это происходит в силу повышения КПД работы воздушного потока в зоне ввода. При подаче материала в одном месте практически с нулевой скоростью в зону транспортирования большая часть энергии воздушного потока расходуется на непроизводительное трение об увлекаемый продукт.

При уменьшении подачи эта разница уменьшается. В нашем опыте при подаче 36 г/с потери давления на разгон при подаче одним и двумя дозаторами оказались равными как при скорости воздуха 23 м/с, так при $V_B = 26$ м/с. Следовательно, чем больше одна катушка подает семян, тем хуже используется энергия воздушного потока в зоне ввода. Таким образом, использование крупногабаритных катушек в пневматических централизованных высевальных системах, которые обеспечивают подачу семян на 20...40 сошников одновременно (200...800 г/с), следует признать нерациональным. Учитывая полученные данные, нами была обоснована принципиальная схема пневматической системы зерновой сеялки, в которой один дозатор будет обслуживать 6...12 сошников [10].

Возможность снижения потерь давления на разгон материала в зависимости от способа ввода его в зону избыточного давления уточняет вывод докторской диссертации Н. Т. Гармаша [11], где он утверждает, что предельная величина чистых потерь давления на разгон частиц зависит «от массы транспортируемого груза, его начальной относительной скорости и скорости потока». С учетом полученных нами данных этот вывод можно записать более точно. «При определенном способе подачи материала в зону избыточного давления предельная величина чистых потерь давления на разгон частиц зависит от массы транспортируемого груза, его начальной относительной скорости и скорости потока». Эти результаты были использованы нами также при разработке эжекторных питателей для экспериментальных зерновых, пропашных и травяных сеялок.

Заключение. Проведенные теоретико-экспериментальные исследования системы подачи семян в зону избыточного давления пневматических сеялок позволили обосновать новый ленточный способ подачи семян в воздушный поток эжекторного питателя и принципиальное устройство для его осуществления, выполненное в виде воронки с направляющей семена стенкой, повторяющей часть циклоиды установленного вида, которая обеспечивает равномерную и разреженную подачу семян в эжекторный питатель с наиболее эффективным их захватом воздушным потоком и меньшими при этом гидравлическими

потерями в сравнении с существующими аналогами, за счет использования в зоне подачи питателя перехода прямоугольной формы от конфузора к диффузору (а не круглое, как в классическом варианте).

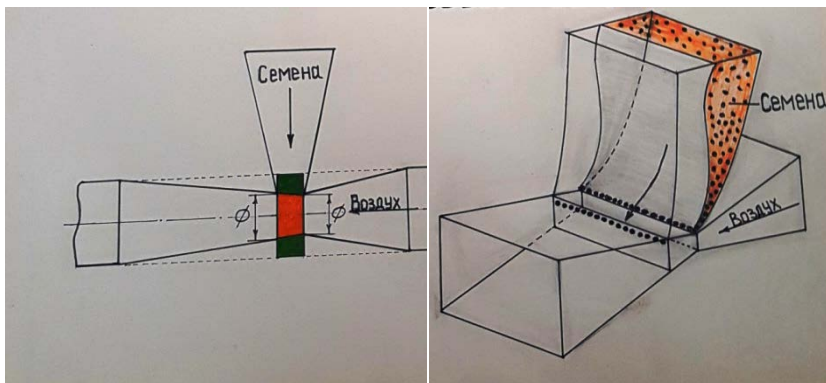


Рис. 1. Исследованные способы подачи семян

Это позволило вводить семена в зону эжектирования ровным рас-средоточенным слоем, а не плотным потоком, что обеспечило заданную производительность разработанных пневматических систем по нормам высева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малис, А. Я. Пневматический транспорт сыпучих материалов при высоких концентрациях. – М.: Машиностроение, 1969. – 182 с.
2. Вдовенко, О. П. Машины и оборудование для пневматического транспортирования порошкообразных материалов / О. П. Вдовенко // Серия V. Обзоры по межотраслевой тематике. – М., 1969. – 36 с.
3. Каюшников, Ю. П. Исследование процесса разделения и транспортирования минеральных удобрений по горизонтальным трубопроводам пневматических сеялок: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Ю. П. Каюшников. – ВИСХОМ, 1972. – 185 с.
4. Гармаш, Н. Т. Движение продуктов обмолота в вертикальном канале / Н. Т. Гармаш // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1960. – № 5. – С. 10–12.
5. Соловьев, М. И. К вопросу взвешивания и транспортирования зернистого материала в горизонтальном трубопроводе / М. И. Соловьев // Инженерно-физический журнал. – Т. VII. – № 10. – 1964. – С. 17–20.
6. Нефедов, Б. А. Разработка и исследование рабочих органов для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Б. А. Нефедов. – М.: ВИМ, 1978. – 16 с.

7. Гусинцев, Ф. Г. Влияние механического разгона семян на энергетические затраты в пневматических централизованных высевальных системах / Ф. Г. Гусинцев, В. С. Астахов // Сб. науч. тр. БСХА: Горки, 1983. – Вып. 105. – С. 48–51.

8. Кузьмин, Б. А. О повышении производительности и снижении затрат энергии пневмотранспортеров для сыпучих материалов / Б. А. Кузьмин // Тр. ВИМ. – Т. 46. – М., 1970. – С. 279–283.

9. Хорунженко, В. Е. К вопросу ввода материала в зону избыточного давления в пневматических централизованных высевальных системах сеялок / В. Е. Хорунженко, В. С. Астахов // Теория и методика создания почвообрабатывающих и посевных машин: сб. науч. тр. НПО. – Кировоград: Лан, 1996. – С. 151–156.

10. Астахов, В. С. К вопросу обоснования принципиальной схемы пневматической высевальной системы зерновой сеялки / В. С. Астахов // Актуальные проблемы развития АПК: сб. науч.-практ. конф. – Горки: БСХА, 1990. – С. 160–161.

11. Гармаш, Н. Т. Основы теории двухфазных воздушных потоков в рабочих процессах сельскохозяйственных машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Н. Т. Гармаш. – М., 1966. – 456 с.