

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВЫГРУЗКИ ЗЕРНА САМОХОДНОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д. Н. Иванов, Д. В. Джасов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

В сельскохозяйственном комбайностроении важное место занимает процесс выгрузки зерна из бункера зерноуборочного комбайна. Не всегда возможен процесс выгрузки зерна из бункера во время движения. В этом случае для выгрузки зерна необходимо остановить комбайн и произвести выгрузку. Это приводит к увеличению общего времени на уборку урожая.

Например, для зерноуборочного комбайна с максимальной производительностью 12 кг/с при выполнении технологического процесса уборки зерновых урожайностью 50 ц/Га ему потребуется около 15 мин для заполнения бункера. При этом технологический процесс выгрузки зерна из бункера в прицеп транспортного средства занимает около 2–3 мин, что составляет 13–20 % от времени на выполнение технологического процесса скашивания и обмолота хлебов.

Исходя из вышеуказанного, решение задачи уменьшения время выгрузки зерна из бункера приведет к увеличению производительности выгрузной системы, что, в свою очередь, уменьшит время технологического процесса скашивания и обмолота хлебов. С другой стороны, увеличение производительности выгрузной системы может привести к увеличению повреждаемости зерна и увеличению затрачиваемой мощности на привод шнеков системы выгрузки.

Таким образом, при оптимизации технологического процесса выгрузки зерна из бункера необходимо: с одной стороны – повысить производительность, с другой стороны – снизить энергоемкость системы выгрузки и минимизировать дробление зерна.

На процесс выгрузки зерна из бункера в выгрузной системе зерноуборочного комбайна влияет ряд геометрических и кинематических параметров элементов системы, таких, как диаметр витков шнека, шаг витков шнека, рабочий зазор между витками шнека и корпусом, частота вращения шнека, геометрическая форма переход-

ной области между шнеками, а также ряд параметров, учитывающих поведение зерновой массы в проточных и переходных областях. К ним относятся объемная плотность зерна, коэффициент запитки, коэффициент внутреннего трения зерновой массы, а также коэффициент трения зерновой массы о части конструкции. Все эти параметры комплексно влияют на производительность выгрузной системы и эффективность технологического процесса выгрузки зерна.

Обычно выгрузная система зерноуборочного комбайна состоит из двух, трех или четырех шнеков (см. рис. 1). Процесс выгрузки начинается с горизонтального шнека, где зерновая масса подается из бункера к наклонному шнеку. При этом в двухшнековой системе выгрузки наклонный шнек является поворотным. Вертикальный шнек перемещает зерновую массу и подает ее на поворотный шнек, который транспортирует далее непосредственно в прицеп транспортного средства.

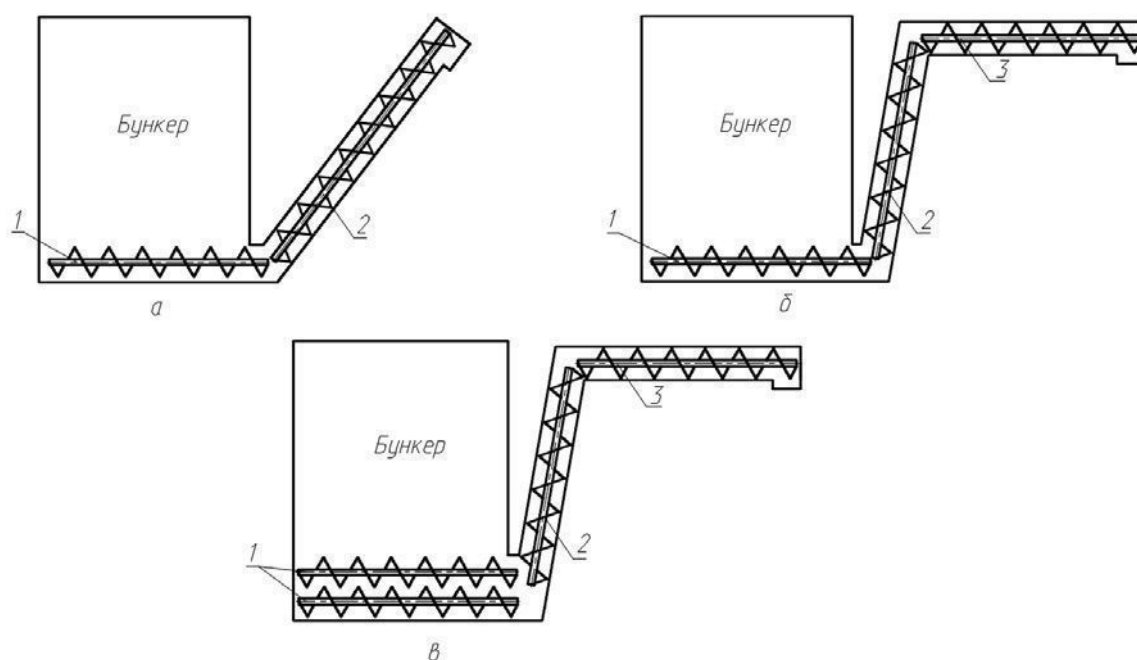


Рис. 1. Выгрузная система зерноуборочного комбайна из двух шнеков (а); из трех шнеков (б); из четырех шнеков (в): 1 – горизонтальный шнек; 2 – наклонный шнек; 3 – поворотный шнек

Оценка производительности выгрузной системы проводится по формуле [1]:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} 60 \psi n c \gamma, \frac{\text{т}}{\text{ч}},$$

где D – наружный диаметр винта, м; d – шаг винта, м; n – число оборотов в минуту; c – коэффициент снижения производительности в зависимости от угла наклона шнека; γ – объемный вес перемещаемого материала, т/м³; ψ – коэффициент заполнения; d – диаметр вала, м.

Величина производительности, рассчитанной по вышеприведенной формуле для выгрузной системы из двух шнеков, коррелирует с результатами испытаний. Однако она не в полной мере отражает общую производительность системы, состоящей из трех или четырех шнеков, либо имеющей шнеки с многозаходными витками.

Для комбайнов с классической двух- и трехшнековой системой выгрузки с односторонним витком наклонного шнека величина коэффициента заполнения ψ выбирается следующим образом: для шнека с запиткой по всей длине (горизонтальный шнек бункера) коэффициент $\psi = 1$; для шнеков, запитка которых осуществляется с торца, коэффициент $\psi = 0,6$.

Как показывает анализ результатов расчета для выгрузной системы из трех или четырех шнеков, ограничивающим производительность выгрузной системы в целом является наклонный шнек. Условия запитки наклонного шнека определяют его производительность. После серии экспериментов для трех- и четырехшнековой системы выгрузки сделаны следующие наблюдения.

Для системы выгрузки с тремя шнеками и двухсторонним наклонным шнеком экспериментальная производительность оказалась выше теоретической на 5 %.

Для системы выгрузки с четырьмя шнеками экспериментальная производительность оказалась выше теоретической на 4–19 %. Стоит отметить, чем выше величина подпора зерновой массы между наклонным и горизонтальными шнеками по производительности (отношение теоретической производительности горизонтальных шнеков к производительности наклонного), тем выше общая производительность выгрузной системы.

Очевидно, что увеличение производительности вертикального шнека в этих случаях произошло из-за увеличения величины подпора зерновой массы в его приемной камере, а также из-за увеличения области запитки вертикального шнека.

По результатам данного анализа для трех- и четырехшнековой системы выгрузки зерна предложено ввести в формулу дополнительный коэффициент, учитывающий условия запитки и подпора зерновой массы наклонного шнека.

После выявленных особенностей влияния величины подпора наклонного шнека и условий запитки на работу выгрузной системы комбайнов была успешно решена задача увеличения производительности зерноуборочного комбайна КЗС-1218.

Этот комбайн имеет классическую трехшнековую систему выгрузки зерна. Очевидным и простым способом повышения производительности выгрузной системы зерноуборочного комбайна КЗС-1218 является увеличение частоты вращения всех трех шнеков. Однако, как показали проведенные расчеты динамических и прочностных свойств системы выгрузки, наращивание частоты вращения шнеков приводит к значительному увеличению массы конструкции и затрачиваемой мощности на его привод. Кроме этого, увеличение частоты вращения приведет к повышенному дроблению зерна и, соответственно, к увеличению потерь.

Учитывая вышеприведенный анализ экспериментальных данных, для увеличения производительности выгрузной системы комбайна был предложен ряд рекомендаций по комплексному изменению геометрических и кинематических параметров шнеков выгрузной системы. Так, было предложено увеличить диаметр наклонного шнека на 20 мм и его шаг – на 30 мм. Уменьшить частоту вращения наклонного и поворотного шнеков в 1,26 раза, что теоретически приведет к увеличению величины подпора зерновой массы. Также в конструкции вертикального шнека рекомендовано установить дополнительный виток в начале запитки, что позволит увеличить производительность не менее чем на 5 %. Также было предложено увеличить диаметр и шаг горизонтального шнека на 10 мм и увеличить диаметр и шаг поворотного шнека на 20 мм.

По результатам расчета теоретическая производительность выгрузной системы зерноуборочного комбайна должна составить 70 л/с, что по сравнению с производительностью выгрузной системы исходной конструкции больше на 20 %.

Результаты испытаний выгрузной системы комбайна показали, что предложенный путь изменения конструкции позволил уменьшить время выгрузки до 1,4 мин, т. е. увеличить объемную производительность выгрузной системы на запланированные 20 %.

Стоит отметить, что, благодаря изменению конструкции по предложенному варианту, затраты мощности на привод системы выгрузки увеличились всего лишь на 7 %. Это меньше, чем для варианта с увеличением частоты вращения всех шнеков на 20 %, в котором затраты мощности на привод увеличились бы также на 20 %.

Данный подход комплексного анализа параметров геометрических и кинематических параметров выгрузной системы зерноуборочного комбайна позволяет провести всесторонний анализ конструкции и найти резервы повышения производительности выгрузной системы без значительного увеличения затрат мощности.

Л и т е р а т у р а

1. Красниченко, А. В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / А. В. Красниченко. – М., 1961. – Т. 1. – С. 391.