

УДК 631.3542

ПОТРЕБНОСТЬ В ТЕХНИКЕ ДЛЯ ПРЯМОТОЧНОЙ И ПЕРЕВАЛОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕВОЗКИ СИЛОСА



Н.Е.ЕВТЮШЕНКОВ,

ДОКТ. ТЕХН. НАУК,



В.Ф.РОЖИН,

СТ. НАУЧ. СОТР.

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, e-mail: vim-transport@mail.ru, Москва, Российская Федерация

Выбор наиболее экономичных, ресурсосберегающих технологических схем состава технических средств во время уборочных работ в основном осуществляется проведением многовариантных дорогостоящих экспериментальных исследований. Альтернатива им – моделирование технологии транспортирования сельскохозяйственных продуктов от уборочных комбайнов. Для обоснования перспективных технологий и транспортных средств при работе с высокопроизводительными комбайнами исследовали прямоточную и перевалочную технологии перевозки измельченной силосной массы кукурузы от комбайна до силосохранилища. Представили материалы компьютерного эксперимента, моделирующего две альтернативные схемы перевозки силосной массы от уборочных комбайнов разной производительности. На основе анализа данных эксперимента (производительности, расхода топлива, трудоемкости, эксплуатационных затрат), выраженных функцией желательности Харрингтона, дали рекомендации предпочтительности состава технических средств для уборки кукурузы и технологических схем транспортирования силосной массы. Компьютерный эксперимент позволил провести многовариантные исследования, выполнить анализ результатов и дать рекомендации для практической реализации экспериментального исследования на технике, выбор которой обоснован моделированием. Предложили один из вариантов решения проблемы перевозок урожая от комбайнов – использование перевалочных технологий и транспортных средств со сменными кузовами. Смоделировали технологии транспортирования силосной массы от уборочных комбайнов в прямоточной и перевалочной схемах с использованием сменных кузовов и обосновали их рациональное сочетание. В процессе компьютерного моделирования варьировали урожайность в пределах 30-50 т/га и скорость транспортировки автомобилями в интервале 40-55 км/ч. Для каждого варианта технологического комплекса определили потребное количество уборочной и транспортной техники и технико-экономические показатели: производительность, расход топлива, энерго- и трудозатраты, прямые эксплуатационные и приведенные затраты на уборочный и транспортный процесс в пересчете как на единицу массы урожая, так и в целом.

Ключевые слова: кукуруза на силос, уборка, транспортирование, сменный кузов, производительность, эффективность.

Наибольшая потребность в транспортных средствах в сельском хозяйстве приходится на период уборочных работ. Для выбора ресурсосберегающих технологических схем и состава технических средств, реализующих их, необходимо провести многовариантные эксперимен-

тальные исследования, что нереально из-за больших экономических затрат на их приобретение или изготовление, организацию и проведение натурных экспериментов. По этой причине только компьютерный эксперимент позволяет провести многовариантные исследования, выполнить анализ ре-

зультатов и дать рекомендации для лиц, принимающих решения, о практической реализации или проведении экспериментального исследования [1].

Технологическая схема уборки кукурузы на силос включает следующие основные операции:

- скашивание и измельчение стеблей самоходным комбайном с одновременной погрузкой в кузов транспортного средства;
- отвоз силосной массы к месту силосования;
- разгрузка из кузова транспортного средства с одновременной загрузкой массы в силосохранилище;
- уплотнение и укрытие силосной массы.

На технологический процесс заготовки силосной массы накладываются следующие агротехнологические требования:

- скашивание и измельчение стеблей должно осуществляться при оптимальном сочетании влажности силосной массы ω и длины резки l (если $\omega \leq 65\%$, то $l = 2-3$ см; если $\omega = 70-75\%$, то $l = 4-5$ см, если $\omega = 80\%$, то $l = 8-10$ см);
- высота среза должна составлять 5-6 см для тонкостебельных и 8-10 см – для толкостебельных культур;
- продолжительность уборки силосных культур, посеянных одновременно, – до 10 дней, а длительность заполнения одного силосохранилища – не более 3-4 дней;
- общие потери зеленой массы при уборке и перевозке не должны превышать 3%.

Цель исследования – моделирование технологий транспортирования силосной массы от уборочных комбайнов в прямоточной и перевалочной схемах с использованием сменных кузовов и обоснование их рационального сочетания.

Материалы и методы. Для выбора рациональной ресурсосберегающей технологической схемы и обоснования перспективных транспортных средств, работающих в ней в сочетании с высокопроизводительными комбайнами, были исследованы два варианта технологии перевозки силосной массы:

а) прямоточная: выгрузка измельченной массы в кузов рядом идущего транспортного средства с последующей перевозкой до силосохранилища;

б) перевалочная: первая фаза – выгрузка измельченной массы в сменный кузов (СК) рядом идущего перегрузчика с последующей перевозкой до разгрузочной площадки на краю поля; вторая фаза – перевозка заполненного сменного кузова автомобилем до силосохранилища.

Моделируемые потоки уборочно-транспортных процессов в обеих технологических схемах представлены на *рисунке 1*.

Выбор ресурсосберегающих машин осуществляется в зависимости от условий работы уборочных

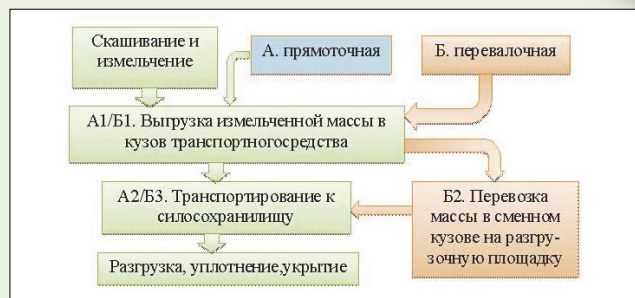


Рис. 1. Технологии заготовки кукурузы на силос (уборочно-транспортный комплекс)

комбайнов, транспортных средств и тракторов для уплотнения силосной массы в хранилищах, отвечающих современным требованиям ресурсосбережения и высокой производительности [2].

В эксперименте моделировали работу комбайнов Е-281, Дон-680М и Енисей-324 [3]. В прямоточной технологии силос от комбайнов до места силосования отвозили автомобилями КамАЗ-53215. В первой фазе перевалочной технологии перевозку осуществлял перегрузчик на базе трактора Т-150К в агрегате с прицепом ТПВ-20 и сменным кузовом КСУ-85. По мере наполнения его силосной массой проводили ее допрессовку с 250 до 450 кг/м³ и отвозили на разгрузочную площадку. Во второй фазе заполненные кузова транспортировали к месту силосования на автомобилях КамАЗ-53229, оснащенных «мультилифтом».

Совокупность технических средств перечисленных технологий приведена на *рисунке 2* [4].

В процессе компьютерного моделирования варьировали урожайность в пределах 30-50 т/га и скорость транспортировки автомобилями в интервале 40-55 км/ч. Для каждого варианта технологического комплекса определяли потребное количество уборочной и транспортной техники и их технико-экономические показатели (производительность, расход топлива, энерго- и трудозатраты, прямые эксплуатационные и приведенные затраты на уборочный и транспортный процесс – как на единицу массы урожая, так и в целом).

Уборочная техника (комбайны):		
Е-281	Дон-680М	Енисей-324
Транспортная техника и технологии перевозки:		
А. Прямоточная:		
автомобиль КамАЗ-53215.		
Б. Перевалочная:		
автомобиль КамАЗ-53229+ВИМЛИФТ+ КСУ-8.5		
перегрузчик на базе трактора Т-150К+		
+ прицеп ТПВ-20+ВИМЛИФТ+		
+ сменный кузов КСУ-8.5		

Рис. 2. Составы технологических комплексов

Расчет стоимости произведенной продукции выполнялся исходя из рыночной цены силосной массы, которая колеблется от 1800 до 3000 руб./т. Принимая среднюю величину цен в размере 2400 руб./т и объем произведенной продукции 3000 т (по 30 т/га на 100 га), получаем доход от предполагаемой реализации на рынке – 7,2 млн руб.

Результаты и обсуждение. Расчеты показали, что для уборки 100 га кукурузы на силос требуется два уборочных комбайна Е-281 или один Дон-680М (Енисей-324) со средней загрузкой 100 ч/комбайн. Для синхронной работы с ними в прямоточной технологии перевозки урожая необходимо: для комбайнов Е-281 – 7 автомобилей КамАЗ-53215, а для Дон-680М (Енисей-324), у которых производительность выше практически в 2 раза, – 6 автомобилей, осуществляющих транспортировку урожая со скоростью 55 км/ч. На рисунке 3 показаны основные сравнительные показатели уборочно-транспортных комплексов при прямоточной перевозке силоса.

Анализ результатов расчетов показывает, что при увеличении транспортной скорости с 40 до 55 км/ч в прямоточной технологии потребность в транспорте снижается на один автомобиль, соответственно сокращаются, денежные, трудовые затраты и капиталовложения. Однако удельный расход топлива увеличивается на 7,5%, что на весь объем зеленой массы составляет до 390 кг. Капиталовложения снижаются на 1,9 млн руб., а приведенные затраты – на 37,8-38,2 тыс. руб. Однако обобщенный показатель Харрингтона, который был принят для характеристики эффективности вариантов технологических комплексов в целом, существенно разнится по используемым в них моделям уборочных комбайнов и схем перевозки урожая. Для комплекса Е-281 + КамАЗ-53215 он изменяется в зависимости от скорости перевозки в пределах 0,33-0,40, что по шкале Харрингтона равнозначно оценке «плохо», для автомобилей КамАЗ-53215, работающих с комбайном Дон-680М (0,52-0,61) – «удовлетворительно», а с комбайном Енисей-324 (0,58-0,67) – «хорошо» (рис. 3).

Таким образом, для технологического комплекса, ориентированного на прямоточную перевозку урожая, убираемого с площади 100 га при урожайности 30 т/га, предпочтительнее использовать один комбайн Енисей-324 и 6 автомобилей КамАЗ-53215.

На рисунке 4 отражены основные сравнительные показатели уборочно-транспортных комплексов для перевалочной перевозки силоса [5]. Анализ данных моделирования перевалочной технологии осуществлялся в сравнении с результатами работы уборочно-транспортного комплекса Енисей-324 + КамАЗ-53215 в прямоточной технологии. Анализ показывает, что потребность в комбайнах сни-

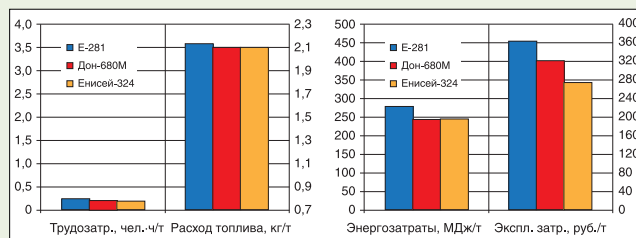


Рис. 3. Гистограммы основных эксплуатационных показателей транспортных средств и уборочных комбайнов в прямоточной технологии (на 1 т)

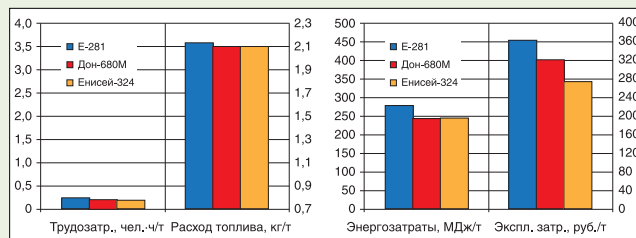


Рис. 4. Гистограммы основных эксплуатационных показателей транспортных средств и уборочных комбайнов в перевалочной технологии

жается на 19%, в результате требуется в 2 раза меньше автомобилей, но дополнительно необходимы 1,5 тракторных перегрузчика. При этом экономия капитальных вложений составляет 4 млн руб.

Производительность уборочной техники за счет использования дополнительных перегрузчиков, которые снижают непроизводительные простои комбайнов, увеличивается на 23%, расход топлива на весь объем работ снижается на 21,7%, или на 2280 кг. Прямые эксплуатационные расходы на уборочно-транспортный процесс в перевалочной технологии на 206,2 тыс. руб. ниже, чем в прямоточной, что составляет 20% от затрат на уборку 3000 т зеленой массы.

Общая комплексная оценка по функции Харрингтона показывает, что перевалочная технология эффективнее прямоточной в 1,15 раза, и равна 0,777, что равнозначно вербальной оценке «хорошо».

Вычисляем стоимость условной реализации произведенной продукции: 2400 руб./т × 3 тыс. т = 7,2 млн руб. Тогда доход будет равен:

- для прямоточной технологии 6,165 млн руб.;
- для перевалочной – 6,372 млн руб.

Выводы. Экономический эффект от условно реализованной продукции составляет 207 тыс. руб. в пользу перевалочной технологии.

Экономия прямых эксплуатационных затрат перевалочной технологии относительно прямоточной составляет 206,2 тыс. руб., капиталовложений – 4,0 млн руб.

Обобщенная оценка по 8 основным технико-экономическим показателям уборочных работ выявила преимущество уборочно-транспортного ком-

плекса: в прямоточной – Енисей-324 + КамАЗ-53215, в перевалочной – Енисей-324 + КамАЗ-53229 + Т-150К + ТПВ-20 + КСУ-8,5 – в количествах, при-

веденных выше. Продолжительность уборки 100 га кукурузы на силос в перевалочной технологии сокращается с 10 до 8 дней.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е. Оценка эффективности использования «мультилифта» // *Техника в сельском хозяйстве*. – 2009. – № 4. – С. 24-26.
2. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е. Почвоэкономические технологии перевозок сельскохозяйственных грузов // *Тезисы Второй научн.-практ. конф. «Экология и сельскохозяйственная техника»* – 2000. – С. 51-52.
3. Измайлов А.Ю. Формирование инновационной

транспортной инфраструктуры АПК // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 4. – С. 44-45.

4. Евтюшенков Н.Е. Разработка систем машин и технологий для растениеводства: Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 2. – М.: ВИМ, 2013. – С. 125-127.

5. Измайлов А.Ю. Выбор технологий транспортного обслуживания уборочных машин // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2013. – № 2. – 17-19.

References

1. Izmaylov A. Yu., Evtyushenkov N.E. Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya «mul'tilifta» [Assessment of efficiency of «multilift» use]. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2009. No 4. pp. 24-26 (Russian).
2. Izmaylov A. Yu., Evtyushenkov N.E. Pochvoeshchadyashchie tekhnologii perevozok sel'skokhozyaystvennykh грузов [Soil saving technologies of transportations of agricultural cargo]. *Tezisy Vtoroy nauchn.-prakt. konf. «Ekologiya i sel'skokhozyaystvennaya tekhnika»*. 2000. pp. 51-52 (Russian).
3. Izmaylov A. Yu. Formirovanie innovatsionnoy

transportnoy infrastruktury APK [Formation of innovative transport infrastructure of AIC]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2013. No 4. pp. 44-45 (Russian).

4. Evtyushenkov N.E. Razrabotka sistem mashin i tekhnologiy dlya rastenievodstva [Development of systems of machines and technologies for plant growing]: Sb. nauch. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 2. M.: VIM, 2013. pp. 125-127 (Russian).

5. Izmaylov A. Yu. Vybory tekhnologiy transportnogo obsluzhivaniya uborochnykh mashin [Choice of technologies of transport service of harvesters]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2013. No 2. pp. 17-19 (Russian).

REQUIREMENT OF EQUIPMENT FOR DIRECT-FLOW AND TRANSHIPMENT TECHNOLOGIES OF TRANSPORTATION OF THE SILAGE

Evtyushenkov N.E., D.Sc.(Eng.), **Rozhin V.F.**, All-Russian Research Institute of Mechanization for Agriculture, e-mail: vim-transport@mail, Moscow, Russian Federation

The choice of the most economical, resource-saving technological schemes of structure of technical means during harvesting is carried out generally by multiple expensive experimental researches. Alternative is modeling of technology of agricultural products transportation from harvest combines. Direct-flow and transshipment technologies of transportation of the crushed silage mass of maize from the combine to a silo storage were investigated for justification of perspective technologies and vehicles during the work with high-performance combines. Materials of the computer experiment, modeling two alternative schemes of silage transportation from harvest combines of different productivity, were presented. Recommendations of preference of structure of technical means for green maize harvesting and the technological schemes of transportation of silage mass were given on the basis of the experiment data analysis (productivity, fuel consumption, labor input, operational expenses) expressed by function of desirability of Harrington. Computer experiment allowed to conduct multiple researches, to analyze results and to make recommendations for practical realization of an experimental research by equipment which choice was proved by modeling. One of options solutions of the problem of transportations of maize from combines – use of transshipment technologies and vehicles with replaceable bodies. Technologies of transportation of silage mass from harvest combines by direct-flow and transshipment schemes with use of replaceable bodies were simulated. Their rational combination were proved. Productivity within 30-50 t/ha and the transportation speed in the range of 40-55 km/h were varied in the course of computer modeling. For each option of a technological complex there were defined required quantity of harvest and transport machines and technical and economic indicators: productivity, fuel consumption, power- and labor costs, the factor operational and reduced costs for harvest and transport process in recalculation both per unit maize mass, and in general.

Keywords: Maize for silage, Harvesting, Transportation, Replaceable body, Productivity, Efficiency.