

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631. 33(571.150)

Д.А. Яковлев, В.И. Беляев, Р.Е. Прокопчук
D.A. Yakovlev, V.I. Belyayev, R.Ye. Prokopchuk

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭНЕРГООЦЕНКА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОСЕВНЫХ МАШИН ДЛЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ

COMPARATIVE ENERGY EVALUATION OF THE WORKING TOOLS OF SOWING MACHINES FOR DIRECT SEEDING UNDER CONDITIONS OF DIFFERENT SOIL MOISTURE CONTENT

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, прямой посев, влажность почвы, рабочая скорость движения, расход топлива двигателя, анкерный сошник, лаповый сошник.

В работе освещена одна из актуальных проблем производства продукции растениеводства – обоснование выбора рационального посевного агрегата. Рассмотрены аспекты взаимодействия почвенной среды с рабочими органами машин и их влияние на затраты топлива при посеве. Установлено, что одним из наиболее значимых факторов является влажность почвы, оказывающая влияние не только на качественные показатели посева, но и на производительность и топливную экономичность МТА. Поэтому важным является определение диапазонов влажности почвы, при которых необходимо применять тот или иной тип посевного агрегата (высевающих рабочих органов), чтобы добиться необходимого повышения эффективности применения посевных агрегатов в условиях различного увлажнения почв. В ходе исследования была проведена энергетическая оценка агрегатов, оборудованных сошниками анкерного и лапового (долотовидного) типа в условиях различного увлажнения почв, установлены экспериментальные зависимости секундного расхода топли-

ва тракторного двигателя от степени увлажненности почвы и рабочей скорости движения.

Keywords: resource-saving technologies, direct sowing, soil moisture, operational travel speed, engine fuel consumption, hoe coulter, tine coulter.

This paper discusses one of the urgent problems of crop production - the rationale for choosing a rational sowing unit. The aspects of the interaction of the soil environment with the working tools of machines and their impact on fuel consumption during sowing are studied. It has been found that one of the most significant factors is soil moisture which affects not only the quality indices of sowing but also the efficiency and fuel consumption of the machine-tractor units. Therefore, it is important to determine the soil moisture ranges at which it is necessary to apply one or another type of sowing unit (sowing working tools) in order to achieve the necessary increase in the efficiency of sowing unit use under varying soil moisture content. During the study, an energy evaluation of the units equipped with the coulters of hoe and tine (chisel) types under varying soil moisture was made, experimental dependences of the tractor engine second fuel consumption on the degree of soil moisture and operational travel speed were determined.

Яковлев Даниил Александрович, аспирант каф. «Сельскохозяйственная техника и технологии», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3252) 20-33-61. E-mail: dyagro@yandex.ru.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. «Сельскохозяйственная техника и технологии», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3252) 20-33-61. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Прокопчук Роман Евгеньевич, аспирант, каф. «Сельскохозяйственная техника и технологии», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3252) 20-33-61. E-mail: roman.prokopchuk.2015.

Yakovlev Daniil Aleksandrovich, post-graduate student, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-33-61. E-mail: dyagro@yandex.ru.

Belyaev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-33-61. E-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

Prokopchuk Roman Yevgenyevich, post-graduate student, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-33-61. E-mail: roman.prokopchuk.2015.

Введение

В настоящее время одной из актуальных проблем для производителей продукции растениеводства является правильный выбор технологии и посевного агрегата. В целом алтайские сельхозпроизводители научились ориентироваться в технологиях посева и уже сегодня перенимают передовой опыт североамериканских и европейских коллег, используя в т.ч. и современные информационные достижения [1]. В свою очередь, рынок сельхозтехники представлен достаточным обилием сеялок и посевных комплексов отечественного и зарубежного производства, оборудованных различными рабочими органами [2]. Самое простое – это подобрать машину под технологию, для работы по которой она создана, сопоставив ее с векторной в одном определенном хозяйстве. Существует множество внешних факторов, влияющих на данный выбор, которые постоянно подвержены изменению. Наиболее значимыми из них являются погодные условия, растительность, предшествующие культуры, тип почвы, ее свойства и др.

На технологический процесс посева существенное влияние оказывает влажность почвы. Общеизвестно, что при насыщении почвы влагой, удельное сопротивление почвы ($\text{кг}/\text{см}^2$) изменяется. Соответственно, посевные агрегаты при работе в данных условиях испытывают различное тяговое сопро-

тивление, изменяется скоростной режим их работы, что очень затрудняет качественный посев и влияет на расход топлива, а в отдельных случаях вообще не позволяет его выполнять, пока влажность не достигнет оптимальной [3].

Примером этому послужили весны 2012 и 2018 гг. в Алтайском крае. Когда в первом случае из-за очень низкого увлажнения почвы весной и отсутствия осадков не выполнен качественный посев культур, а во втором из-за чрезмерного количества осадков почва была переувлажнена, что также негативно отразилось на сроках посевной кампании. В таких условиях оказались Кулундинская, Приобская и Приалейская степи [4].

Что касается выбора посевных машин для работы в условиях высокого увлажнения почв, то наиболее применимыми оказались посевные агрегаты, оборудованные сошниками анкерного или долотовидного типа. Благодаря их меньшей площади сопротивления удавалось выполнять посев. Когда влажность снижалась, в поле выходили агрегаты с лаповыми и дисковыми сошниками [5].

Вследствие вышеизложенного становится понятным, что необходимо определить границы влажности почвы, при которых необходимо сменить тип рабочего органа посевной машины, для чего нами и были проведены исследования.

Цель исследования – повышение эффективности применения посевного агрегата в условиях различного увлажнения почв.

Задачи:

1. Провести энергетическую оценку посевных агрегатов, оборудованных сошниками анкерного и лапового типа в условиях различного увлажнения почвы.
2. Дать сравнительную оценку различных типов высевающих рабочих органов при различной влажности почвы.

Методика исследования

Объектом исследования в работе является технологический процесс посева яровой пшеницы в условиях различной влажности почвы.

Исследования проводились согласно стандартным методикам полевого опыта, а обработка результатов экспериментов основана на корреляционно-регрессионном анализе [6].

Опыт был проведён в ООО КХ «Партнер», которое находится в Михайловском районе Алтайского края. Высеваемая культура – пшеница, сорт – Алтайская 12. Предшественник – пшеница, стерневой фон. Посев проводился агрегатами New Holland T8.410 + СЗС 2,1 и New Holland T8.410 + Amazone Condor без внесения удобрений (рис. 1, 2). Параметры посевных агрегатов приведены в таблице 1.



Рис. 1. Посевной агрегат New Holland T8.410 + СЗС 2,1



Рис. 2. Посевной агрегат New Holland T8.410 + Amazone Condor

Таблица 1

Параметры посевных агрегатов

| | | | |
|-------------------------------------|---------|----------|-------|
| New Holland T8.410 + Amazone Condor | Гтр, кг | Нен, кВт | Вр, м |
| | 11315 | 275 | 3 |
| New Holland T8.410 + СЗС 2,1 | Гтр, кг | Нен, кВт | Вр, м |
| | 11315 | 275 | 2,1 |

Примечание. Гтр, кг – масса трактора эксплуатационная, кг; Нен – номинальная мощность двигателя, кВт; Вр – рабочая ширина захвата агрегата.

Таблица 2

Факторы и уровни варьирования

| Факторы | Уровни варьирования | | | |
|------------------------------------|---------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Рабочая скорость движения МТА, м/с | 1,11 | 1,67 | 2,22 | 2,78 |
| Влажность почвы, % | 21,5 | - | - | 26,5 |

В качестве функции отклика был принят средний расход топлива тракторного двигателя [7].

Условия проведения опыта были следующие. Длина гона поля составила 415 м. Рельеф ровный (угол уклона менее 2°). Влажности почвы в слое 0-10 см – 21,5 и 26,5%.

Рабочая скорость движения агрегата задавалась механизатором из кабины трактора в диапазоне 4,0-10,0 км/ч и с шагом дискретизации 2,0 км/ч. Расход топлива двигателя определялся при помощи встроенного в топливную систему двигателя трактора датчика мгновенного расхода топлива, информация с которого обновлялась на дисплее в кабине трактора.

Измерение расхода топлива тракторного двигателя на каждом уровне рабочей скорости движения проводилось в пятнадцатикратной повторности, а измерение влажности – в десятикратной.

Результаты и их обсуждение

Средние значения расхода топлива тракторного двигателя в составе испытываемых

МТА при исследуемых сочетаниях уровней факторов приведены в таблице 3.

Полученные после проведения эксперимента данные были обработаны методом регрессионного анализа. В результате которого были получены уравнения, устанавливающие связь между секундным расходом топлива тракторного двигателя и рабочей скоростью движения для агрегата New Holland T8.410 + Amazone Condor при влажностях почвы $W=21,5\%$ (1) и $W=26,5\%$ (2):

$$G_t = 1,80 + 0,326 V_p^2; R^2 = 0,995; \quad (1)$$

$$G_t = 2,15 + 0,469 V_p^2; R^2 = 0,995. \quad (2)$$

Для агрегата New Holland T8.410 + СЗС 2,1: $W=21,5\%$ (3) и $W=26,5\%$ (4):

$$G_t = 1,34 + 0,351 V_p^2; R^2 = 0,986; \quad (3)$$

$$G_t = 2,15 + 0,367 V_p^2; R^2 = 0,997. \quad (4)$$

Уравнения имеют высокую сходимость с экспериментальными данными. Из анализа видно, что с увеличением рабочей скорости движения посевных агрегатов с 1,11 до 2,78 м/с расход топлива двигателя трактора в агрегате с сеялкой Amazone Condor увеличивается с 2,11 до 4,26 г/с и с 1,87 до 4,01 г/с в агрегате с СЗС 2,1 при $W=21,5\%$, с 2,57 до 5,61 г/с и с 2,01 до 4,37 г/с соответственно при $W=26,5\%$.

План-матрица эксперимента и результаты опытов

| № п/п | Уровни факторов | | Gт, г/с |
|---|-----------------|------|---------|
| | Vp, м/с | W, % | |
| 1. Состав агрегата New Holland T8.410 + Amazone Condor | | | |
| 1 | 1,11 | 21,5 | 2,11 |
| 2 | 1,67 | 21,5 | 2,79 |
| 3 | 2,22 | 21,5 | 3,48 |
| 4 | 2,78 | 21,5 | 4,26 |
| 5 | 1,11 | 26,5 | 2,57 |
| 6 | 1,67 | 26,5 | 3,57 |
| 7 | 2,22 | 26,5 | 4,61 |
| 8 | 2,78 | 26,5 | 5,61 |
| 2. Состав агрегата New Holland T8.410 + СЗС 2,1 | | | |
| 1 | 1,11 | 21,5 | 1,87 |
| 2 | 1,67 | 21,5 | 2,10 |
| 3 | 2,22 | 21,5 | 3,24 |
| 4 | 2,78 | 21,5 | 4,01 |
| 5 | 1,11 | 26,5 | 2,01 |
| 6 | 1,67 | 26,5 | 2,44 |
| 7 | 2,22 | 26,5 | 3,22 |
| 8 | 2,78 | 26,5 | 4,37 |

Так как ширина захвата агрегатов была различной, произведен перерасчет расхода топлива на единицу ширины захвата.

В результате анализа установлено, что с увеличением рабочей скорости движения посевных агрегатов с 1,11 до 2,78 м/с расход топлива двигателя трактора в агрегате с сеялкой Amazone Condor на единицу ширины захвата увеличивается с 0,70 до 1,42 г/с и с 0,89 до 1,90 г/с в агрегате с СЗС 2,1 при W=21,5%, с 0,85 до 1,87 г/с и с 0,95 до 2,08 г/с соответственно при W=26,5%. Т.е. энергоемкость посева с ростом скорости движения существенно возрастает, причем более интенсивно у рабочих органов СЗС-2,1. С ростом влажности почвы интенсивность прироста расхода топлива выше у анкерных рабочих органов Amazone Condor.

Выводы

1. На основании энергетической оценки посевных агрегатов в условиях различного увлажнения почвы установлено, что все исследуемые факторы (рабочая скорость движения посевного агрегата, влажность почвы и тип рабочего органа) оказывают значимое влияние на величину среднего расхода топлива тракторного двигателя.

2. Полученные уравнения связи послужат основой для обоснования выбора рациональных параметров и режимов работы посевного агрегата в условиях различного увлажнения почвы с энергетической, агротехнической и экономической точек зрения.

Библиографический список

1. Беляев, В. И. Современная техника и информационные технологии в земледелии

Алтайского края / В. И. Беляев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 8 (166). – С. 158-162.

2. Поляков, Г. Н. Выбор и обоснование сошников посевных машин / Г. Н. Поляков, Д. А. Яковлев. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2016. – № 20. – С. 43-49.

3. Поляков, Г. Н. Распределение семян по глубине при посеве различными типами сошников / Г. Н. Поляков, С. Н. Шуханов, Д. А. Яковлев – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2019. – № 31. – С. 13-22.

4. Яковлев, Д. А. Рациональное комплектование посевных машин рабочими органами для условий повышенного увлажнения почв / Д. А. Яковлев, В. И. Беляев, Г. Н. Поляков // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: 7-я Международная научно-практическая конференция. – Новосибирск; Краснообск, 2018. – С. 497-500. – Текст: непосредственный.

5. Яковлев, Д. А. Оценка надежности элементов посевной машины СЗС 2.1 / Д. А. Яковлев, В. И. Беляев, Г. Н. Поляков. – Текст: непосредственный // Наука и инновации: векторы развития: сборник научных статей; в 2 кн. / Международная научно-практическая конференция молодых ученых. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. – Кн. 2. – С. 80-82.

6. Бачурин, Р. Н. Энергооценка машинно-тракторного агрегата при внесении жидких минеральных удобрений / Р. Н. Бачурин, В. И. Беляев, Д. Н. Пирожков. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 11 (181). – С. 144-149.

7. Беляев, В. И. Оценка тяговых энергозатрат посевного комплекса «Кузбасс» при

различных рабочих скоростях движения / В. И. Беляев, Д. А. Яковлев. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 2. – С. 13-15.

References

1. Belyaev, V.I. Sovremennaya tekhnika i informatsionnye tekhnologii v zemledelii Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 8 (166). – S. 158-162.

2. Polyakov, G.N. Vybor i obosnovanie soshnikov posevnykh mashin / G.N. Polyakov, D.A. Yakovlev // Aktualnye voprosy agrarnoy nauki. – 2016. – No. 20. – S. 43-49.

3. Polyakov, G.N. Raspredelenie semyan po glubine pri poseve razlichnymi tipami soshnikov / G.N. Polyakov, S.N. Shukhanov, D.A. Yakovlev // Aktualnye voprosy agrarnoy nauki. – 2019. – No. 31. – S. 13-22.

4. Yakovlev, D.A. Ratsionalnoe komplektovanie posevnykh mashin rabochimi organami dlya usloviy povyshennogo uvlazhneniya pochv / D.A. Yakovlev, V.I. Belyaev, G.N. Polyakov // Informatsionnye tekhnologii, sistemy i pribory v APK. 7-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – Novosibirsk; Krasnoobsk, 2018. – S. 497-500.

5. Yakovlev, D.A. Otsenka nadezhnosti elementov posevnoy mashiny SZS 2.1 / D.A. Yakovlev, V.I. Belyaev, G.N. Polyakov // Nauka i innovatsii: vektory razvitiya: sbornik nauchnykh statey v 2 kn. / Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2018. – Kn. 2. – S. 80-82.

6. Bachurin, R.N. Energootsenka mashinno-traktornogo agregata pri vnesenii zhidkikh mineralnykh udobreniy / R.N. Bachurin,

V.I. Belyaev, D.N. Pirozhkov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 11 (181). – S. 144-149.

7. Belyaev, V.I. Otsenka tyagovykh energozatrat posevnogo kompleksa «Kuzbass» pri razlichnykh rabochikh skorostyakh dvizheniya /

V.I. Belyaev, D.A. Yakovlev // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (7-8 fevralya 2019 g.). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2019. – Kn. 2. – S. 13-15.



УДК 631.362

Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов, С.С. Щербаков
N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, S.S. Shcherbakov

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЕТНОГО СЕПАРАТОРА

KINEMATIC AND ENERGY CHARACTERISTICS OF A CENTRIFUGAL-SIEVE SEPARATOR

Ключевые слова: цилиндрическое решето, мощность, зерновая смесь, кинетическая энергия, вредные сопротивления, ворохоочиститель, зерновой блок, подсевной блок.

Способ сепарации, основанный на непрерывном скольжении зернового материала и при обеспечении полной загрузки решета, позволяет получить высокую удельную производительность, дает возможность настройки на оптимальный режим сепарации и активно управлять процессом. Для разделения зернового материала по длине возможно применение цилиндрических решет с круглыми отверстиями, что создает реальную возможность разработки высокопроизводительного центробежно-решетного сепаратора. Проведенные исследования в настоящей работе показывают, что в технологической схеме сепаратора

есть неиспользованные возможности для его совершенствования.

Keywords: cylindrical sieve, power, grain mixture, kinetic energy, harmful resistance, heap cleaner, grain block, cleaning screen.

The separation method based on the continuous sliding of the grain material provided full sieve load allows obtaining high specific output; it makes it possible to adjust to the optimal separation mode and actively control the process. To separate the grain material according to the length, it is possible to use cylindrical sieves with round holes and creates a real opportunity to develop a high-performance centrifugal-sieve separator. The studies show that the separator technological scheme has unused opportunities for its improvement.

Стрикунов Николай Иванович, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Леканов Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент, зав. каф. растениеводства, переработки и механизации, Алтайский институт повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, г. Барнаул. Тел.: (3852) 52-79-57. E-mail: serrg333@mail.ru.

Щербаков Сергей Сергеевич, аспирант, каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: agau@asau.ru.

Strikunov Nikolay Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Lekanov Sergey Valeryevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai Institute of Professional Development of Managers and Specialists of Agricultural Industry Complex, Barnaul. Ph.: (3852) 52-79-57. E-mail: serrg333@mail.ru.

Shcherbakov Sergey Sergeevich, post-graduate student, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. E-mail: agau@asau.ru.