

Я.У. Яроцкий, кандидат технических наук

*Центр повышения квалификации руководящих работников
и специалистов Комитета по сельскому хозяйству
и продовольствию Могилевского облисполкома, г. Горки*

МНОГОМАШИННЫЕ ПОСЕВНЫЕ АГРЕГАТЫ

Аннотация. Технологический потенциал допосевных и послепосевных приемов агротехники может быть раскрыт только при качественном выполнении приема сева. Массовый переход в Республике Беларусь на посев комбинированными почвообрабатывающе-посевными агрегатами при недостаточном их количестве и ограниченной производительности вынуждает производителей начинать яровой сев в условиях агротехнически незрелых почв при повышенной влажности и недостаточной для дружного прорастания семян температуре. Качество работы в этом случае не соответствует агротехническим требованиям.

Посев ранних яровых культур с нормативной продолжительностью в благоприятный период агросрока предполагает наличие в хозяйствах высокопроизводительных широкозахватных посевных агрегатов, выполняющих технологический процесс сева по заранее подготовленному агрофону. При этом операционно-технологическая схема машины содержит только минимально необходимое количество рабочих органов для достижения параметров качества работы.

В технологиях возделывания сельскохозяйственных культур качественный посев представляет собой главное звено, которое не только связывает между собой допосевные и послепосевные приемы агротехники, но и раскрывает их потенциал.

Агротехнологическая эффективность посева при этом обуславливается двумя критериями: своевременностью выполнения приема и качеством работы агрегата. В контексте этих критериев отраслевые регламенты на типовые технологические процессы рассматривают следующие элементы:

- агросроки выполнения работ и их продолжительность;
- технологические параметры и нормативы, которым должна соответствовать выполненная работа;
- комплектование агрегатов, техническая их подготовка, технологические настройки и режимы функционирования.

Под агросроком понимается календарный период выполнения работ, за пределами которого вероятность получения агротехнологического

эффекта стремится к нулю. Нормативная продолжительность выполнения работы – это время в пределах агросрока, когда результаты работы наиболее полно соответствуют физиологическим требованиям возделываемой культуры и обеспечиваются эксплуатационно-технологическими возможностями агрегатов.

Если речь вести, например, о вспашке почв на зябь под посев яровых культур следующего года, то регламент устанавливает агросрок с 10–15 августа по 10–15 октября. Однако лучшим вариантом является августовская зябь и не позднее 20 сентября. Сев ранних яровых культур следует выполнять в течение 4–6 дней, как только почва достигнет агротехнической спелости – влажности на уровне 18–22 %, температуры на глубине заделки семян выше 5 °С (переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С). В случае с севом ранних яровых культур календарный период агросрока не строго фиксированный и опираясь на климатические факторы может начинаться как в марте, так и в апреле месяце.

Из приведенных примеров следует, что машинно-тракторные агрегаты, используемые на технологических приемах, и их количество в конкретных хозяйствах должны иметь такую производительность, чтобы выполнить работу своевременно, то есть не только в лучший период агросрока, но и с нормативной продолжительностью.

Рассмотрим аналитическую зависимость, описывающую часовую производительность посевного агрегата:

$$W = 0,1Bp \times Yp, \text{ га/ч} \quad (1)$$

где Bp – рабочая ширина захвата, м;

Yp – рабочая скорость, км/ч.

В этой зависимости присутствует фактор, который имеет агротехнически целесообразный предел и этим фактором является Yp – рабочая скорость. На каждый полевой прием наукой и практикой определены пределы оптимальных рабочих скоростей. В частности, посев существующими в настоящее время агрегатами рекомендуется выполнять на скорости 10–12 км/ч при предельно допустимом значении на прием 18–20 км/ч.

Простой анализ показывает, что при соответствующем техническом обеспечении производительность на посеве за счет повышения рабочей скорости может быть увеличена почти в 2 раза. Используется ли этот резерв? Для того чтобы ответить на этот вопрос, надо критически оценить и другой фактор аналитической зависимости Bp – рабочую ширину захвата агрегата.

Для этого приведем несколько иную зависимость, отражающую возможность единичного трактора реализовать тяговую мощность N тяг, сообразуясь с Bp .

$$N_{\text{тяг}} = 0,27 \times K \times B_r \times Y_r, \text{ кВт} \quad (2)$$

где K – рабочее удельное сопротивление агрегата, кН/м.

Рабочее удельное сопротивление агрегата, умноженное на рабочую ширину захвата, дает не что иное, как потребное тяговое усилие, которое должен обеспечить трактор:

$$P_{\text{тяг}} = K \times B_r, \text{ кН} \quad (3)$$

Общеизвестна тенденция значительного увеличения в последние 10 лет единичной мощности тракторов, поступающих в сельскохозяйственное производство. Номинальное усилие на крюке у них достигло 50 кН и продолжает расти (МТЗ-3022, МТЗ-3522 и др.).

Рационально использовать тяговое усилие, приближаясь к номиналу, можно путем увеличения удельного сопротивления агрегата, наполняя операционно-технологическую схему различными рабочими органами или, оставляя их минимально целесообразное количество со сниженным рабочим сопротивлением, увеличивать рабочую ширину захвата B_r .

В настоящее время в Республике Беларусь в массовом порядке реализуется первый вариант – использование комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов с удельным сопротивлением 9,0–9,5 кН/м, рабочей шириной захвата B_r , остановившейся на отметке 6 м, к энергонасыщенным тракторам класса 50; 60 кН. Таким образом, установленная для данных агрегатов рабочая скорость в 10–12 км/ч и не превышающая 6 м рабочая ширина захвата обозначили предел чистой производительности технологического приема посева, равной 7,2 га/ч ($W = 0,1 B_r \times Y_r = 0,1 \times 6 \times 12 = 7,2$ га/ч).

С учетом коэффициента использования рабочего времени $t(0,7)$ эксплуатационная производительность за час рабочего времени составляет 5,04 га.

Безусловно, комбинирование технологических операций при посеве в созревшую и подготовленную почву обеспечивает повышение качества работы, соответствие полученных результатов заданным параметрам.

Посев, по определению, есть размещение по площади пашни выбранным способом расчетного количества семян на установленную глубину заделки. На примере агрегата АППМ-6 (MSC Kverneland) производства Брестского электромеханического завода можно видеть технологическую последовательность операций, приводящую к точной заделке семян, как к одному из главных параметров качества сева (рис. 1).

Находясь на двух осях, рама стабильно сохраняет положение, параллельное поверхности агрофона, а подпружиненные рессорами сошники

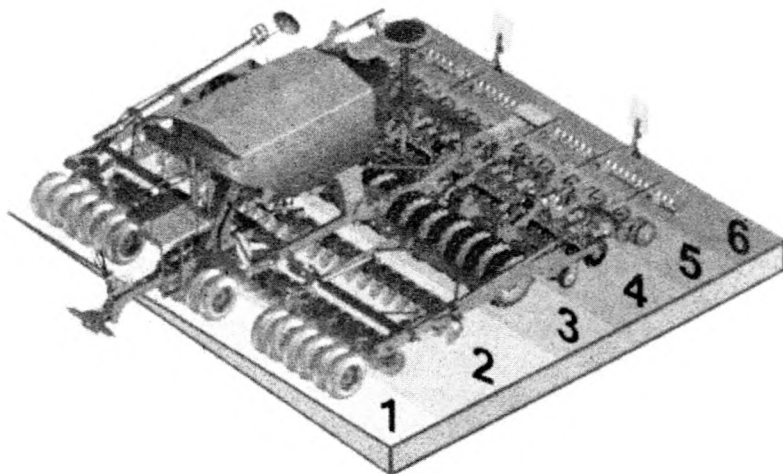


Рисунок 1 – Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат АППМ-6

Функции рабочих органов в операционно-технологической схеме:

- 1 – удержание рамы параллельно засеваемому агрофону пневматическими катками, 1-я ось передняя; 2 – рыхление посевного слоя дисками;
- 3 – уплотнение посевного слоя и удержание рамы параллельно поверхности почвы пневматическими катками, 2-я ось задняя; 4 – бороздообразование дисковыми сошниками; 5 – прикатывание поступивших в бороздки семян обрезиненными каточками; 6 – закрытие семян почвенной мульчей с выравниванием поверхности пружинными загортачами

с усилием 1,6 кН (160 кг) на каждый делают возможным укладку семян на строго заданную глубину.

Вместе с тем посевной агрегат в снаряженном состоянии массой 11,5 т не приспособлен для работы при повышенной влажности почвы, а также на почвах рыхлого механического состава (пески, супеси). Более того, нельзя добиться качественного сева при работе по свежевспаханной почве, что очень часто можно наблюдать в производственных условиях, где нарушаются требования к предпосевной подготовке агрофона. Еще большие неприятности возникают у посевных комбинированных агрегатов с опорно-транспортной системой, функции которой сохранены и при выполнении технологического процесса. У агрегатов серии АПП-6 (Лидагропромаш, Витебский МРЗ и др.) общая площадь следов транспортных колес с чрезмерным уплотнением почвы на гектар составляет примерно 16 % (рис. 2).

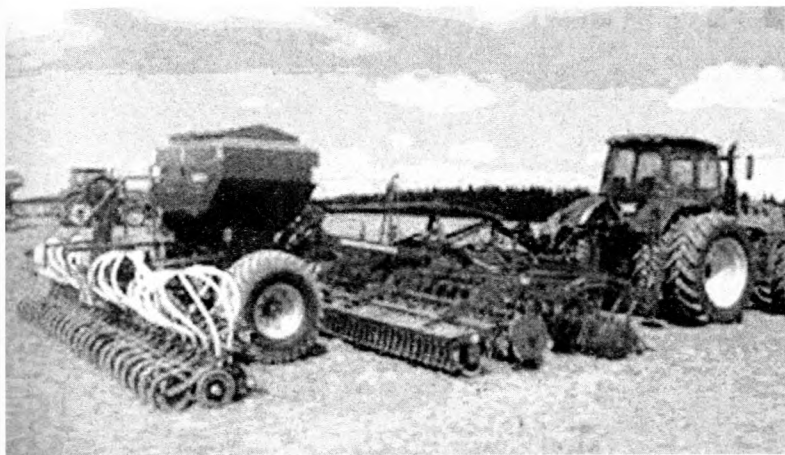


Рисунок 2 – Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат АПП-6Д

Рекомендации инструкции по переносу части веса с транспортных колес на каток практически невыполнимы, так как каток в этом случае в условиях взрыхленной почвы впереди идущими рабочими органами проседает, затормаживается и сгруживает рыхлый слой. Воспринимая же на себя значительную часть веса агрегата, транспортные колеса в работе оставляют уплотненную колею, где качество заделки семян, их полевая всхожесть и перезимовка резко снижаются (рис. 3).

Практика использования комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов показывает, что к изменяющимся почвенно-климатическим условиям возделывания культур с соблюдением требуемых показателей качества работы они не адаптированы.

Чтобы всходы были равномерными и дружными, производить посев необходимо в агротехнически зрелую и подготовленную почву.

Достигнутый уровень эксплуатационной производительности единичного комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата в объеме 50 га за световой день и их общее количество в большинстве хозяйств не позволяют высеять ранние яровые культуры в нормативную продолжительность срока. Выход же в поле раньше срока с целью удлинения периода сева чреват снижением как параметров качества самого сева, так и потенциальной эффективности мероприятий по уходу за посевами.

Ранее отмечалось, что двукратного повышения производительности посева реально достичь при выполнении работы на более высоких скоростях. При этом, снижая удельное сопротивление агрегата путем



Рисунок 3 – Отсутствие полноценных всходов озимой пшеницы в следах опорно-транспортных колес посевного комбинированного агрегата АПП-6Д (24 марта 2015 г.)

оставления целесообразного количества рабочих органов, можно пойти на увеличение рабочей ширины захвата. Анализ современных тенденций развития посевной техники показывает, что ведущими европейскими фирмами сельхозмашиностроения (Kverneland, Lemken, Amazone и др.) активно разрабатывается направление, в котором посев выделен в самостоятельный технологический прием с рабочими параметрами скорости 15–18 км/ч, шириной захвата 12 м и более, при удельном сопротивлении 3–3,5 кН/м. Таким образом, допустимые технологические параметры сева и возможные конструктивные решения нового поколения агрегатов позволяют до четырех раз повысить производительность работы. Чтобы посев осуществлялся строго в срок, в обязательном порядке надо иметь соответствующий вариант таких агрегатов. Исполнение высокопроизводительных посевных агрегатов реализуется различными путями. Один из них – создание мономашинного полунавесного агрегата с увеличенным до 6 м³ объемом бункера для семян, централизованной пневматической высевальной системой, складывающимся сошниковым брусом с двухрядной расстановкой сошников (DG-12 Kverneland, Soliter-12 Lemken, Titan-12 Amazone). Целесообразное количество рабочих органов

и их функции представлены на примере посевного агрегата DG-12 фирмы Kverneland (рис. 4).

Второй путь – формирование прицепного многомашинного посевного агрегата из сеялок-модулей механического типа с помощью сцепки-носителя (рис. 5).

По утверждению фирмы Amazone, сцепка-носитель, а также навешенные на нее посевные модули рассчитаны на самые высокие требования к производительности и качеству работы.

Примечательно, что посевной модуль представляет собой классическую механическую высевашую систему с точной и равномерной подачей в однодисковые сошники семян. Заделка высевашего материала осуществляется подпружинными загортачами сплошного действия.

Три посевных модуля с шириной захвата 4 м каждый в рабочем положении засевают полосу шириной 12 м. Как отмечают специалисты фирмы, за счет раздельного выполнения обработки почвы и посева эффективность ступенчатой технологии значительно выше. Однако в представленных вариантах агрегатов отсутствует такая важная технологическая

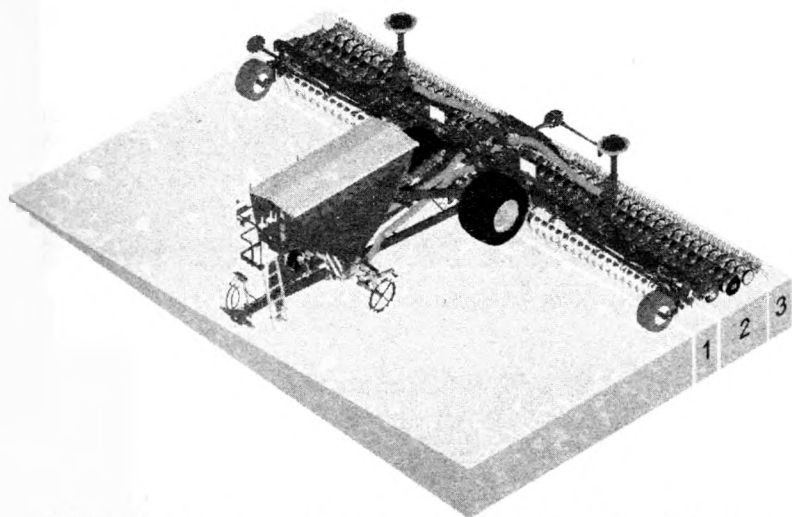


Рисунок 4 – Полунавесной мономашиный посевной агрегат DG-12.

Функции рабочих органов в операционно-технологической схеме:

- 1 – боронование подготовленной под посев почвы пружинными рабочими органами;
- 2 – бороздообразование дисковыми сошниками;
- 3 – прикатывание поступивших в бороздки семян обрезиненными каточками;
- 4 – закрытие семян почвенной мульчей с выравниванием поверхности пружинными загортачами

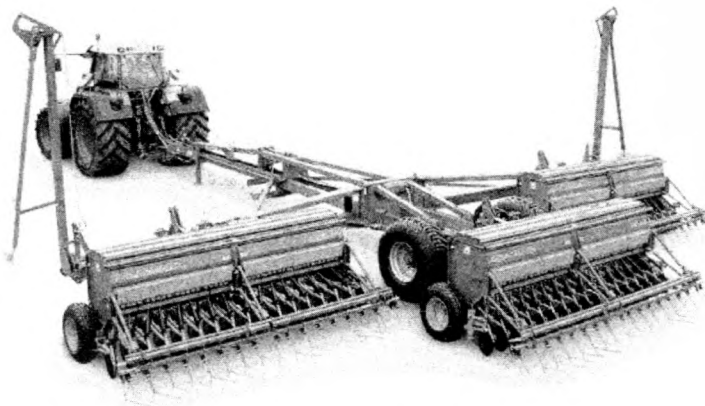


Рисунок 5 – Прицепной многомашинный посевной агрегат D9-120 Super (в транспорте – полунавесной)

функция, как высев стартовой дозы удобрений, что на почвах с невысокой кадастровой оценкой, а также в условиях дефицита средств и удобрений крайне важно. В этом отношении пристального внимания заслуживает инициатива РО «Белагросервис» по налаживанию в Республике Беларусь с 2004 г. в ОАО «Колядичагромаш» производства механической зерновой сеялки СЗ-4,2 (рис. 6).

На раме, опирающейся на два широкопрофильных колеса, смонтирован бункер для семян вместимостью 1000 дм³ и удобрений – 750 дм³. Высевальные аппараты катушечного типа с приводом от опорных колес. Сошники двухдисковые с опорно-прикатывающими регулируемыми каточками и двухрядной расстановкой на радиальных подпружиненных

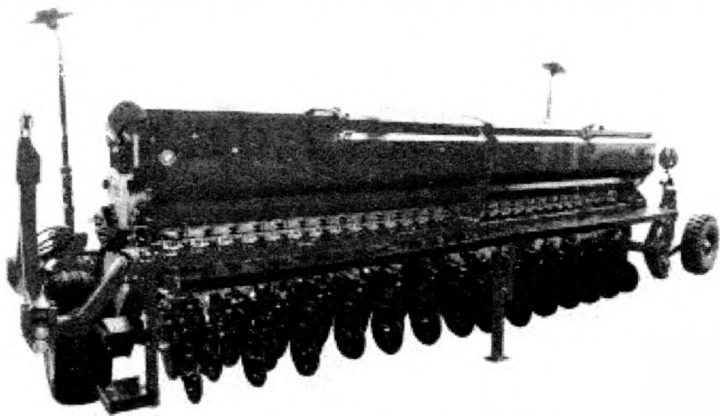


Рисунок 6 – Прицепная механическая сеялка СЗ-4,2

подвесках. Настройка норм высева семян и удобрений раздельная, при помощи бесступенчатых вариаторов. Включение и отключение валов высевающих аппаратов – гидрофицированное.

В одномашинном варианте сеялка агрегируется с тракторами класса 14 кН, а на повышенных скоростях до 15 км/ч – тракторами класса 20 кН (МТЗ-1221 и др.).

В недалеком прошлом опыт использования подобных машин – сеялок СЗ-3,6, СЗ-5,4 показал, что степень адаптации их к территориально-контурным и почвенно-климатическим условиям намного выше, чем у комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов. Достичь же более высокой производительности следует за счет формирования варианта многомашинного их использования.

С участием автора была разработана и изготовлена на заводе «Бобруйсксельмаш» прицепная сцепка для двухмашинного агрегата на базе сеялок СЗ-5,4, выпускаемых заводом «Красная Звезда» (г. Кировоград, Украина) (рис. 7).

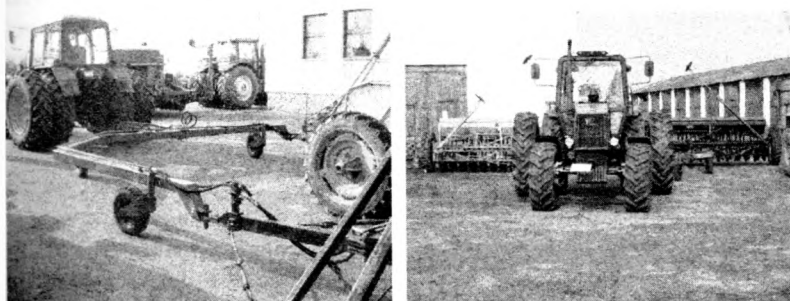


Рисунок 7 – Прицепной двухмашинный посевной агрегат на базе сеялки СЗ-5,4

Агрегатирование осуществляется трактором МТЗ-1221 со спаркой задних колес на скорости 8 км/ч и достижением дневной производительности 72 га. Очевидно, что и сеялки СЗ-4,2 в традиционной отвальной технологии возделывания зерновых культур по подготовленному к посеву агрофону на крупноконтурных полях должны использоваться в подобном варианте. Схема двухмашинного агрегата из сеялок СЗ-4,2 в работе представлена на рисунке 8, а в транспорте – на рисунке 9.

Удельное сопротивление сеялок типа СЗ находится в пределах 3 кН/м. С учетом прицепной сцепки оно не превышает 3,2 кН/м. Тогда потребное тяговое сопротивление агрегата составит

$$P_{\text{тяг}} = 3,2 \times 8,4 = 26,88 \text{ кН,}$$

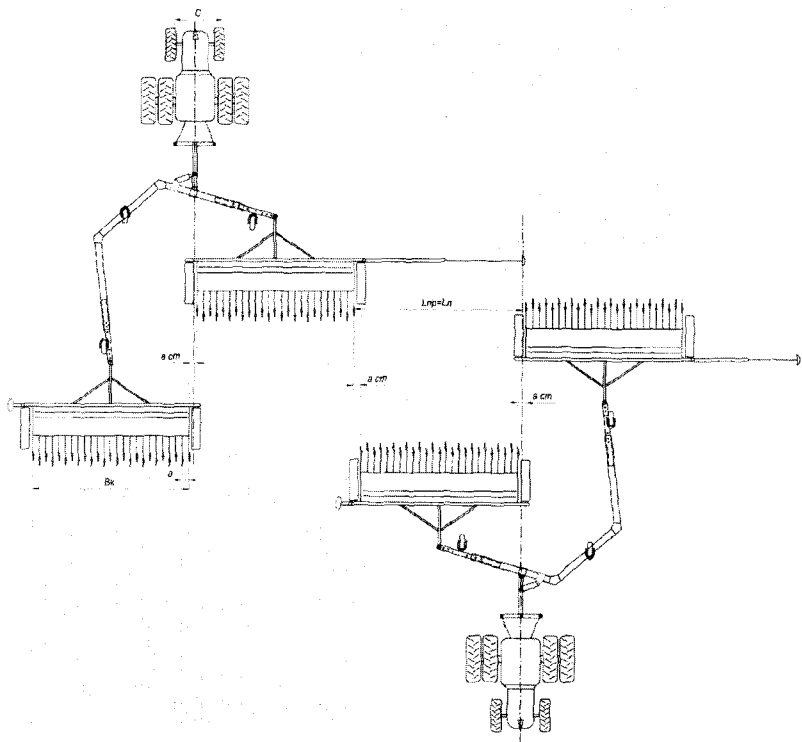


Рисунок 8 – Схема прицепного двухмашинного посевного агрегата на базе сеялки СЗ-4,2 в работе

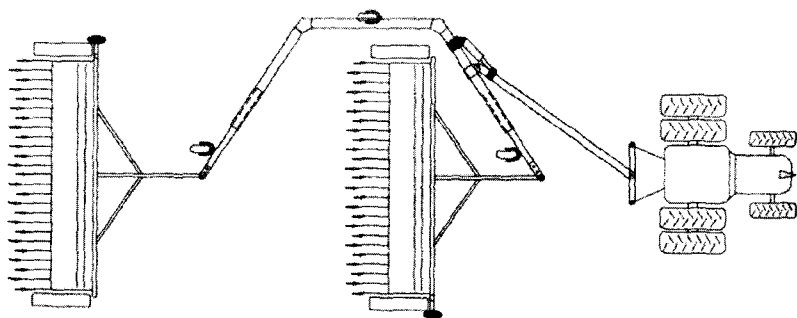


Рисунок 9 – Схема прицепного двухмашинного посевного агрегата на базе сеялки СЗ-4,2 в транспорте

а потребная тяговая мощность при рабочей скорости 15 км/ч

$$N_{\text{тяг}} = 0,27 \times 26,88 \times 15 = 108,86 \text{ кВт.}$$

При работе на спаренных колесах с достижением тягового КПД на уровне 0,6 потребуется трактор мощностью

$$N_e = 108,86 : 0,6 = 181,43 \text{ кВт } (\approx 250 \text{ л. с.}).$$

Дневная производительность составит

$$W = 0,1 V_p \times Y_p \times T_{\text{см}} \times t = 0,1 \times 8,4 \times 15 \times 12 \times 0,7 = 105,8 \text{ га.}$$

Заключение. Нормативная продолжительность сева в благоприятный период агросрока является важнейшим организационно-технологическим фактором в достижении планируемого результата.

Показатели качества сева и их заданные значения обеспечиваются посевными агрегатами в условиях агротехнически спелых почв на заранее подготовленных агрофонах. Использование комбинированного почвообрабатывающе-посевого агрегата при ограниченной производительности 50 га в смену, недостаточном их количестве в хозяйствах вынуждает специалистов смещать сев ранних зерновых культур в условия влажных, недостаточно прогретых почв. Технологическая эффективность приема при этом характеризуется неравномерной глубиной заделки семян, недружными всходами, переуплотнением почв ходовыми системами. Существующее положение можно исправить путем использования однооперационных широкозахватных посевных агрегатов на более высоких рабочих скоростях. При этом потенциальная производительность известных машин нового поколения в 4 раза выше достигнутой.

Для Республики Беларусь приемлемым является вариант двухмашинного использования механических сеялок СЗ-4,2 производства ОАО «Колядичагромаш», составленных с помощью прицепной сцепки.

В соединении с тракторами класса 50 кН и работе на повышенной скорости до 15 км/ч производительность за дневную смену $T_{\text{см}}$ (12 часов) будет достигнута на уровне 105,8 га, что вдвое выше достигнутой комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом.

Поступила 05.05.2015