

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЯРУСНОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ ТУКОВ

С.О. Нукешев, докт. техн. наук, доцент, академик АСХН РК (Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана)

Аннотация

В работе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований предложенных технологических и технических решений для ярусного внутривспашного дифференцированного внесения туков наклонной лентой.

The results of theoretical and experimental researches of suggested technological and technical decisions for multi-stage intra soil differentiated mineral fertilization by inclined band are given in the work.

Введение

Многообразие и специфичность почвенно-климатических условий Казахстана определяют необходимость самостоятельного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию принципиально новых технических средств для дифференцированного внесения удобрений.

К настоящему моменту имеются объективные факторы, обостряющие проблему эффективного применения туков, определяющие актуальность ее решения. Существующие методы применения средств химизации не обеспечивают экономически эффективного и экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции, повышают риск загрязнения окружающей среды и продукции остатками и метаболитами агрохимикатов.

Реализация предлагаемой новой технологии ярусного дифференцированного внесения основной дозы минеральных удобрений требует новых подходов к проведению исследований и разработке технических средств.

Для ярусного внутривспашного дифференцированного внесения минеральных удобрений в Казахском агротехническом университете им. С. Сейфуллина (г. Астана) был разработан чизель-удобритель, позволяющий осуществить ярусное внесение минеральных удобрений наклонной лентой на всю глубину рыхления 6-35 см [1]. Рабочими органами удобрителя являются экспериментальные наклонные стойки, которые обеспечивают высокое качество обработки, особенно переуплотненных и пересохших почв (рис. 1).

В процессе работы рабочие органы приподнимают и смещают пласт, разбивают и крошат уплотненные участки почвы. Конструкция рабочего органа позволяет получать минимальные развальные борозды.

Техническое средство содержит параллелограммную раму с установленными на нем наклонными рабочими органами, опорные колеса и прицеп. На раме жестко закреплен корпус распределителя удобрений с головкой, направленной вертикально вверх с подсоединенными тукопроводами.

На фронтальной части наклонного рабочего органа прикреплена накладка треугольного сечения, раздвигаящая почву. На конце стойки размещен неподвижно башмак, к которому с помощью болтового соединения прикреплено долото. В тыльной части стойки установлен распределитель минеральных удобрений, выполненный в виде прямоугольного материалопровода, разделенного на продольные отсеки с окнами. Для получения на уровне башмака нижнего



Рисунок 1. Наклонный рабочий орган

четвертого яруса к башмаку приварен удлинитель в форме прямоугольной трехгранной пирамиды.

Машина работает следующим образом. Транспортируемые из бункера с дозатором по трубопроводу потоком воздуха минеральные удобрения, через головку распределителя и тукопроводы попадают на распределитель наклонного рабочего органа.

При обработке, наклоненное к горизонту вниз и имеющее впереди скос, долото, вскрывает почву, создавая небольшое сопротивление, поскольку его ширина составляет 50-60 мм. Удобрения, попадая в распределитель, за счет продольных отсеков делятся на четыре потока и направляются к окнам, являющимся продолжениями этих отсеков. При этом удлинитель позволит увеличить глубину наклонно-ленточного внесения до 35 см. Эта конструкция обеспечивает в 2...2,5 раза больший коэффициент использования туков растениями яровой пшеницы, чем при разбросном способе и на 25...35 % выше локально-рядковых.

Это объясняется тем, что при разбросном и локально-рядковом способах внесения удобрений, питательные вещества располагаются лишь на одном уровне пахотного слоя почвы и только часть корней растений используют их. Предлагаемая конструкция рабочего органа почвообрабатывающего орудия обеспечивает размещение удобрений от 5...6 см от поверхности и до глубины – 30...35 см.

Удобритель может работать в паре с бункером посевного комплекса как культиватор-удобритель с центральной высевающей системой, автономно со своим бункером с индивидуальными дозаторами и как орудие для основной обработки почвы.

Сопротивление почвы перемещению в ней рабочего органа удобрителя

Поперечное сечение рабочего органа удобрителя – рыхлителя-распределителя представляет собой двугранный клин, одна грань (АВ) которого расположена под углом резания α к направлению движения, а другая (АД) вдоль него (рис. 2).

Рабочий орган движется в почве со скоростью v и воздействует на нее силой P_n , которая является результирующей нормальных сил и сил трения на грани

лезвия. Почва сопротивляется перемещению в ней рабочего органа следующими силами:

Q – лобовое сопротивление пласта спереди рабочего органа;

J – динамическое пульсирующее сопротивление почвы, из-за нарушения ее инерции покоя;

G_l – косой подпор пласта на грань АВ лезвия;

G_b – боковой подпор пласта на грань АД;

N_b, N_l – нормальные реакции боковой грани и лезвия;

F_b, F_l – силы трения на боковой грани и лезвии.

Очевидно, боковой подпор может возникать и на грани ВС. Однако оно значительно мало по сравнению с другими силами, и им можно пренебречь. Тем более, нарастив грань АВ, конструктивно его вообще можно свести к нулю.

Силы P_n, G_l и G_b – отклонены от нормалей к поверхностям приложения на угол трения φ и характеризуют сопротивления почвы деформациям, возникающим в ней за счет воздействия рабочего органа – рыхлителя-распределителя. Лобовой подпор направлен против движения рабочего органа.

Динамическое сопротивление J представляет собой ударные воздействия частиц почвы на лезвия рыхлителя. Очевидно, оно должно быть приложено к началу лезвия, так как именно там начинают соударяться частицы почвы с поверхностью рыхлителя-распределителя, и получают абсолютную скорость v_a . Отсюда вывод – динамическое сопротивление должно быть направлено противоположно абсолютной скорости частиц почвы и приложено к началу лезвия, т.е. к началу поступления почвы на лезвие.

Можно предположить: с какой скоростью перемещается рыхлитель-распределитель в почве, с такой же скоростью почва будет отставать от поверхности рыхлителя-распределителя. Это означает, что скорость перемещения частиц почвы по поверхности клина должна быть равна скорости перемещения в почве самого рыхлителя, т.е.: $v_{от} = v$.

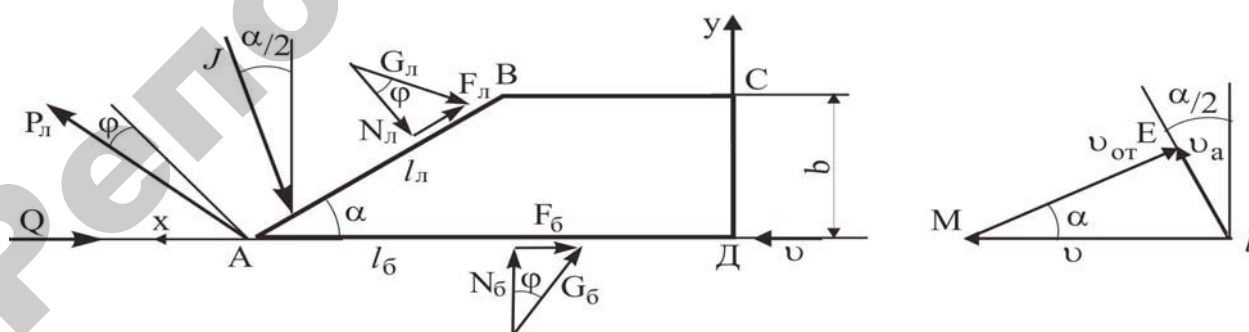


Рисунок 2. Взаимодействие рабочего органа с почвой

Анализируя действие сил при перемещении рабочего органа рыхлителя-удобрителя внутри почвы, получена зависимость тягового усилия от его конструктивных параметров и физико-механических свойств почвы:

$$P_n \sin(\alpha + \varphi) = J \sin \frac{\alpha}{2} + G_n \sin(\alpha + \varphi) + G_o \sin \varphi + Q; \quad (1)$$

$$J = 2v^2bh\rho \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \alpha;$$

$$G_n = \frac{N_n}{\cos \varphi}; \quad G_o = l_o \cdot h \cdot \frac{\sigma_{сж}}{\cos \varphi}; \quad (2)$$

$$Q = b \cdot h \cdot \sigma_{сж},$$

где α – угол резания;

φ – угол трения;

b – ширина захвата;

h – глубина рыхления;

ρ – плотность почвы;

l_o – длина боковой грани клина;

$\sigma_{сж}$ – временное сопротивление

почвы сжатию.

Из выражения 1 и рис. 3 следует, что тяговое усилие имеет линейную зависимость от угла резания и скорости движения самого агрегата и варьируется в пределах от 42,45 до 180,15 кг при глубине рыхления $h=50$ см и ширине захвата – 25 см. Исходя из условия минимальности тягового усилия можно считать оптимальными значения угла резания $\alpha=16-20^\circ$ и скорости агрегата $v=1,8-2,0$ м/с.

Анализ результатов лабораторных опытов пока-

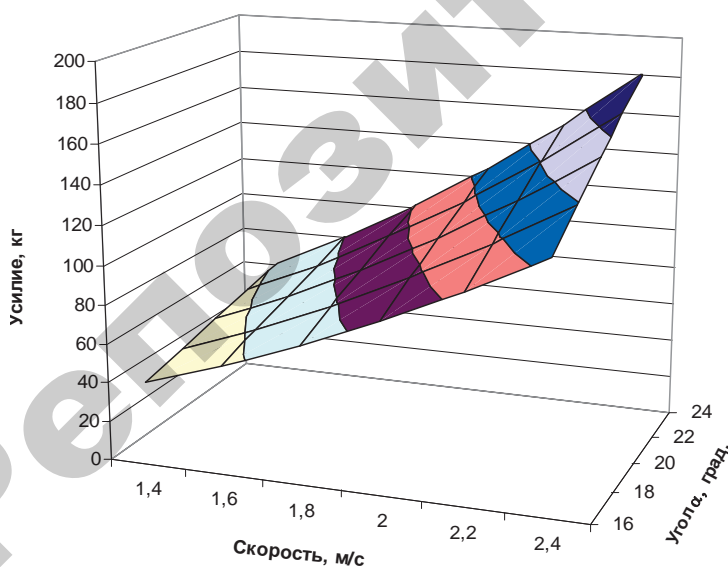


Рисунок 3. Зависимости тяговых усилий от скорости агрегата и угла резания

зывает, что неравномерность распределения удобрений по щелям при пределах изменения доз от 50 до 450 кг/га варьируется в пределах от 7,8 % при внесении гранулированного суперфосфата (кривая 1) до 22,7% при внесении порошковидного суперфосфата (кривая 2). Причем, на больших дозах внесения 200-450 кг/га и гранулированных и порошковидных удобрений резко снижается неравномерность высева и варьируется в пределах 8-10% (рис. 4). Это объясняется тем, что при заполнении прямоугольного тукопровода масса удобрений приобретает упорядоченное, равномерно-симметричное движение за счет продольных отсеков, которые делятся на четыре потока и направляются к окнам, являющимся продолжениями этих отсеков, и равномерно распределяются

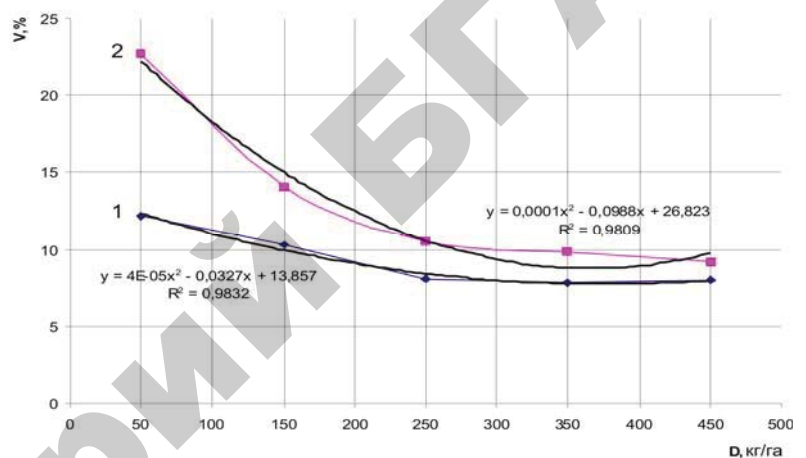


Рисунок 4. Зависимости неравномерности высева между щелями распределителя от дозы внесения

по щелям распределителя. В случае с тукопроводом круглого сечения, частицы удобрений скапливаются в нижней части за счет значительного влияния сил тяжести и вогнутой поверхности, а в прямоугольном тукопроводе вертикальные стенки распределителя не оказывают влияния на распределение гранул удобрений по сечению.

Так как отсутствуют агротехнические требования к ярусному распределению удобрений внутри почвы, за основу определения качественных показателей распределения удобрений внутри почвы приняты результаты приемочных испытаний аналогичных орудий (у рыхлителя-удобрителя РУН-4 неравномерность распределения удобрений по высоте щелей составляет 48,3%, при заданной – 50% по ТУ). Анализ сравнения показателей свидетельствует о достаточно хороших показателях качества работы разработанного технического средства.

Для более точной оценки тяговых характеристик опытного рабочего органа чизеля-удобрителя и проверки теоретических расчетных показателей, на почвенном канале проведены лабораторные опыты. Тяговое усилие записыва-

лось с помощью динамографа на миллиметровую бумагу. Динамограмма показала 95,77 кг при скорости движения 2 м/с. Сравнение показывает, что теоретические расчеты хорошо согласуются с экспериментальными.

Результаты производственной проверки технологии ярусного основного внесения удобрений чизелем-удобрителем

Реализация технологии внутривспашечного ярусного внесения наклонной лентой основной дозы минеральных удобрений на паровом поле осуществлена на основе спроектированного и изготовленного опытного образца удобрения, прицепляемого к бункеру посевного комплекса. Производственные проверки машины осуществлены на полях ТОО «Волгодоновское» Целиноградского района Акмолинской области и ТОО ТПК «КазАгрос» Костанайского района Костанайской области Республики Казахстан на обработке пара с одновременным внутривспашечным внесением минеральных удобрений.

В качестве сравниваемой машины принят рыхлитель-удобритель РУН-4 «Минерал», предназначенный для основной обработки чистых паров и зяби с одновременным внутривспашечным внесением основной дозы минеральных удобрений на глубину 20...22 см.

Показатели качества выполнения технологического процесса приведены в табл. 1.

Неравномерность распределения удобрений по ширине рассеивателя составила 14,8 %, что в 3 раза меньше, чем у рыхлителя-удобрителя РУН-4 «Минерал». Следует отметить, что при оптимизации пара-

Таблица 1. Показатели качества выполнения технологического процесса ярусного внесения минеральных удобрений наклонной лентой

Наименование показателей	Базовое	Предлагаемое
Скорость движения машины, м/с	2,44	2,44
Пропускная способность машины, кг/с	0,015...0,06	0,013...0,06
Доза внесения удобрений, кг/га		
максимальная	480	480
минимальная	50	50
Неравномерность дозы внесения, %	14,22	12,6
Неравномерность распределения удобрений по ширине рассеивателя, %	48,3	14,8
Глубина заделки, см	20,3...21,1	5,6...34,8
Ширина ленты удобрений, см	5...6	32...35

метров щелевого распределителя, неравномерность может быть уменьшена.

Выводы

Лабораторно-полевые испытания показали, что чизель-удобритель обеспечивает обработку почвы и наклонное внесение удобрений с шириной ленты до 35 см на глубину 32...35 см и с неравномерностью распределения удобрений по ширине рассеивателя 14-15%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 17401 РК.

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на первое полугодие 2012 года: для индивидуальных подписчиков - 48330 руб., ведомственная подписка - 95508 руб.