

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ КОМБИНИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ СТТ-25

Э. В. ДЫБА, В. В. МИКУЛЬСКИЙ, Л. И. ТРОФИМОВИЧ

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220049

А. И. ПУНЬКО

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023

(Поступила в редакцию 06.01.2023)

Для снижения кислотности почвы в сельском хозяйстве широко применяются пылевидные известковые материалы, например, доломитовая мука. Однако высокая неравномерность внесения, значительные потери при использовании устаревших средств механизации снижают эффективность ее использования и требуют новых подходов к решению проблемы известкования почв.

В статье рассмотрены применяемые в республике машины для внесения пылевидных известковых материалов. Проанализирована возможность использования сыromолотого доломита и отходов свеклосахарного производства – дефека-та. Предложена конструкция комбинированных рабочих органов для внесения новых видов мелиорантов. Разработку предполагается устанавливать сменный разбрасыватель на транспортно-технологическую систему СТТ-25.

Учитывая достоинства существующих зарубежных универсальных разбрасывателей, разработка отечественной машины, обеспечивающей внесение различных форм известковых материалов, в том числе сыromолотого доломита, является актуальной и необходимой для сельского хозяйства.

Ключевые слова: кислотность почвы, известкование, доломитовая мука, сыromолотый доломит, разбрасыватель органических удобрений, рабочие органы.

To reduce soil acidity in agriculture, pulverized lime materials, such as dolomite flour, are widely used. However, highly uneven application and significant losses when using outdated mechanization tools reduce the efficiency of their use and require new approaches to solving the problem of soil liming.

The article discusses the machines used in the republic for the introduction of powdered lime materials. The possibility of using raw-ground dolomite and beet sugar production waste (lime scum) is analyzed. The design of combined working bodies for the introduction of new types of ameliorants is proposed. It is supposed to install a replaceable spreader on the transport and technological system STT-25.

Taking into account the advantages of existing foreign universal spreaders, the development of a domestic machine that provides the introduction of various forms of lime materials, including raw ground dolomite, is relevant and necessary for agriculture.

Key words: soil acidity, liming, dolomite flour, raw ground dolomite, organic fertilizer spreader, working bodies.

Введение

Из-за повышенной кислотности почв в Республике Беларусь только на пашне ежегодный недобор урожая составляет около 1 млн т кормовых единиц. Особенно высокий недобор урожая отмечается на сильнокислых почвах (рН менее 4,5) – 12–14 ц/га кормовых единиц и среднекислых почвах (рН 4,6–5,0) – 6–8 ц/га. Кроме того, по данным агрохимической науки эффективность минеральных удобрений на среднекислых почвах снижается на 20–30 %, а на сильнокислых более, чем наполовину [1]. Единственным путем повышения плодородия кислых почв является их известкование.

В настоящее время основным мелиорантом является пылевидная доломитовая мука производства Витебского комбината «Доломит». Для ее внесения используют пневматические машины РУП-8 (АРУП-8), а также центробежные разбрасыватели МВУ-8, МВУ-12, МХА-7. Но эти машины не только морально устарели, но физически значительно изношены, что приводит к снижению качества внесения, несоблюдению экологических требований. Многочисленные испытания показали, что даже в идеальных условиях (наличие ровной площадки, отсутствие ветра) машина РУП-8 вносит известковые удобрения с неравномерностью, превышающей 50 %, что приводит к значительному снижению эффективности. Зачастую вносимые известковые материалы уносятся за пределы обрабатываемого поля, а концентрация пыли за пределами санитарной зоны (200 м), превышает допустимую.

Основная часть

Для повышения качества внесения пылевидных известковых материалов и снижения запыленности окружающей среды в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработаны и поставлены на производство две принципиально новые машины для транспортировки и внесения известковых материалов: прицепная – МШХ-9 и самоходная машина химизации МХС-10 (рис. 1). Данные машины оснащены механическими штанговыми распределяющими рабочими органами шнекового типа с высежными отверстиями в нижней части кожуха шнека, через которые осуществляется внесение пыле-

видных известковых материалов. По данным ГУ «Белорусская МИС» неравномерность внесения мелиорантов данными машинами по ширине захвата не превышает 20 %, что значительно ниже, чем у выше приведенных машин [2, 3]. Кроме того, их применение значительно улучшают экологическую ситуацию за пределами санитарной зоны, сокращают потери пылевидных мелиорантов.



Рис. 1. Машины для внесения пылевидных химмелиорантов:
а) прицепная машина МШХ-9, б) самоходная машина МХС-10

Однако данный тип штанговых распределителей обеспечивает высокую равномерность высева только хорошо текучих мелиорантов стандартной влажности до 1,5 %. Кроме того, они не могут обеспечить внесение заданной дозы материала в расчете на гектар – только до 6 т/га, при нормативах – от 3 до 20 т/га [4]. В результате по этим и другим причинам за последнее десятилетие реально известкуется только около половины подкисленных земель от необходимого объема.

Важным способом уменьшения реальных энергетических затрат может стать применение менее энергоемких по сравнению с доломитовой мукой видов известковых мелиорантов, например сыромолотого доломита и дефеката. По государственному стандарту сыромолотый доломит должен соответствовать следующим требованиям: содержания углекислого кальция и магния в пересчете на CaCO_3 – не менее 90 %; влажность не выше 10 %; содержание частиц размером 5 мм не менее 3 %, 3 мм – 6 и 1 мм – не более 19 %. Дефекат – отходы свеклосахарного производства. Сухой дефекат (влажность 25–30 %) содержит: 60–75 % CaCO_3 ; 10–15 % органического вещества; 0,2–0,7 % N; 0,2–0,9 % P_2O_5 и 0,3–1,0 % K_2O .

Однако с точки зрения механизации внесения существуют определенные трудности, связанные с повышенной их влажностью. Существующие машины при влажности химмелиорантов свыше 10 % теряют работоспособность: сыпучесть материала становится низкой, образуется слеживаемость и, как следствие, происходит забивание дозирующих устройств. Что касается центробежных распределяющих рабочих органов, то они менее чувствительны к влажности при внесении сыромолотых форм известковых материалов и на сегодняшнее время это единственный способ их внесения. Однако при высокой влажности известковых материалов его сыпучесть становится низкой, образуется слеживаемость и, как следствие, происходит забивание дозирующих устройств. Поэтому совершенно очевидно, что дозирование слежавшегося материала должно сопровождаться функцией их измельчения.

Поиск исследователей привел к заключению о возможном использовании в качестве машины для внесения и известковых материалов разбрасыватели твердых органических удобрений. Данные машины идентичны центробежным дисковым разбрасывателям, так как имеют схожую элементную и пооперационную схему. Кроме того, у данной машины стенки кузова вертикальные, что исключает риск сводообразования. Дозирующий элемент машины оснащен битерами со сменными ножами, расположенными по винтовой линии, что является очень важным элементом при исследовании измельчения слежавшегося мелиоранта. После соответствующих доработок данные машины могут стать универсальными разбрасывателями. Такие машины уже разработаны ведущими зарубежными фирмами «Bergmann», «Strautmann», «Fliegl» (Германия), «Joskin», (Бельгия), «Kuhn» (Франция), «Farmtech» (Словения), Tubeline, «Degelman» (Канада) [5, 6, 7].

Так, одним из лучших промышленно освоенных образцов является универсальный разбрасыватель TSW 7340 S фирмы «BERGMANN» (рис. 2). Он состоит из трёхосной шасси с кузовом, на дне которого расположен подающий цепочно-планчатый транспортер. На задней части кузова установлены дозирующий шибер и разбрасывающий механизм (комбинированный рабочий орган), который состоит из фрезерного агрегата, дискового распределителя и клапана с демпферной плитой. Подъем-опускание дозирующего шибера осуществляется вертикальным гидроцилиндром от гидросистемы трактора. Фрезерный агрегат состоит из двух горизонтально расположенных барабанов с фрезерными сегментами (ножами) из легированной горячекатаной стали.



Рис. 2. Универсальный разбрасыватель TSW 7340S фирмы «BERGMANN»:
а) общий вид; б) фрезерный агрегат

За счет наклона витков фрезера к горизонту под углом 45° и прикрученных в паре сегментов (на каждом барабане 66 сегментов) контакт инородного тела с барабаном получается скользящим. Как результат – вероятность выхода из строя привода измельчающих и распределяющих рабочих органов сводится к минимуму. Количество лопаток на дисковом распределителе – 12 штук (по 6 лопаток на распределяющий диск). Противоизносные лопатки имеют 2 ребра жесткости. На распределяющих дисках имеются отверстия с одинаковым шагом для обеспечения регулировки угла атаки лопаток. Ширина разбрасывания материала достигает 25 м, доза внесения – от 1,5 т/га. Фирма «FARMTECH» (Словения) предлагает потребителям универсальные разбрасыватели модели MEGAFEX (рис. 3).



Рис. 3. Универсальный разбрасыватель MEGAFEX фирмы «FARMTECH»
а) общий вид; б) подающий транспортер и фрезерный агрегат

Данный универсальный разбрасыватель имеет фрезерный агрегат, но лопатки на диске закруглены, не имеют ребер жесткости, а регулировка угла атаки составляет от 0 до 20° . Защитный демпфер и регулировка высоты крышки предохранительного щитка отсутствуют. На зарубежных рынках также немало производителей выпускают универсальные разбрасыватели, у которых фрезерный агрегат выполнен вертикального исполнения. Так, например, фирма «Fliegl» выпускает универсальный разбрасыватель ASW 373 «Tiger» для тяжелых условий эксплуатации (внесение дефеката, сыромолотого доломита, известняка, мела и др.) (рис. 4) [8]. Данной машине не нужен защитный демпфер клапана и предохранительный щиток, так как во время работы данный клапан полностью поднимается (не расположен в зоне разбрасывания).



Рис. 4. Универсальный разбрасыватель ASW 373 «Tiger» фирмы «Fliegl»
а) общий вид; б) фрезерный агрегат с вертикальными рабочими органами

Достоинством данного технического решения является простота конструкции и отсутствие различных регулировок при внесении различных форм известковых материалов. Однако производительность данных машин в 1,3–1,5 раза ниже машин с горизонтальной осью вращения фрезерного агрегата. Учитывая выше-

сказанное, исследования в данной области становятся актуальными и для нашей страны. В качестве базовой машины для изучения процесса внесения сыромолотых форм известковых материалов использована ранее разработанная в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» транспортно-технологическая система СТТ-25 для внесения твердых органических удобрений (рис. 5).



Рис. 5. Система транспортно-технологическая СТТ-25

Целью выполняемого научного проекта является обоснование конструктивных и кинематических параметров комбинированного рабочего органа, обеспечивающих агротехнические требования внесения нового мелиорантов (сыромолотого доломита).

Техническая сущность модернизации комбинированного рабочего органа транспортно-технологической системы СТТ-25 заключается в использовании на битерах сегментов с привинченными фрезерными зубьями для более качественного измельчения любых сельскохозяйственных материалов, а также изменение конструкции шибера разбрасывателя для обеспечения подачи как твердых органических удобрений, так и известковых материалов. Поскольку при разработке комбинированного рабочего органа для внесения мелиорантов необходимо сохранить существующую конструкцию самого разбрасывающего механизма, то предложена новая конструкция (рис. 6).

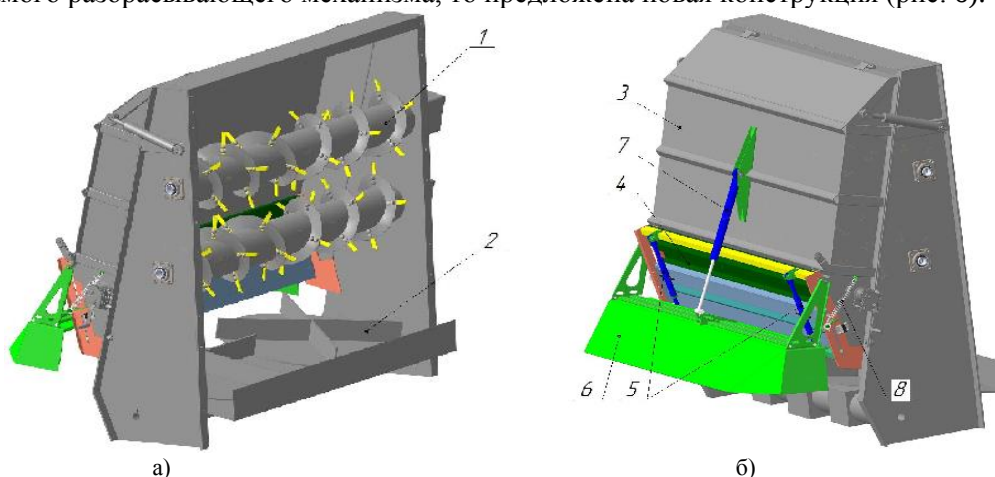


Рис. 6. Схема комбинированного рабочего органа для внесения мелиорантов: а) вид сзади; б) вид спереди;

1 – фрезерный агрегат; 2 – дисковый распределитель; 3 – клапан; 4 – предохранительный щиток; 5 – талрепы; 6 – ограничитель распределения; 7 – гидроцилиндр; 8 – пружины предохранительные

Комбинированный рабочий орган включает в себя фрезерный агрегат 1, дисковый распределитель 2, клапан 3, предохранительный щиток 4 с левым и правым талрепами 5, ограничитель распределения материалов 6 с гидроцилиндром 7 и предохранительных пружин 8.

Предохранительный щиток служит для предохранения при попадании в комбинированный рабочий орган крупных, посторонних предметов (камней, металлолома и др.). Осуществляется данный процесс путём откидывания щитка в момент удара постороннего предмета о внутреннюю часть самого предохранительного щитка. После вылета постороннего предмета закрытие щитка производится автоматически посредством предохранительных пружин.

Привод комбинированного рабочего органа для внесения мелиорантов осуществляется от ВОМ трактора. Регулировка зазора между нижней части предохранительного щитка и верхней частью лопатки диска осуществляется вручную при помощи левого и правого талрепов.

Технологический процесс работы системы с разработанным комбинированным рабочим органом для внесения мелиорантов протекает следующим образом: при поступательном движении агрегата

верхняя ветвь транспортера, перемещаясь с небольшой скоростью назад вдоль кузова, подводит слой удобрений к вращающимся шнековым барабанам. Нижний измельчающий барабан шнековой лентой с прерывистым зубчатым профилем разрыхляет, измельчает массу и ровным слоем перебрасывает через себя. Верхний разбрасывающий барабан, вращаясь в том же направлении, что и нижний, принимает от него удобрения, выравнивает, дополнительно измельчает, подаёт на разбрасывающие диски, которые уже распределяют удобрения по поверхности поля.

Заключение

Учитывая достоинства существующих зарубежных универсальных разбрасывателей, разработка отечественной машины, обеспечивающей внесение различных форм известковых материалов, в том числе сыромолотого доломита, является актуальной и необходимой для сельского хозяйства. Предложена новая конструкция рабочего органа для внесения мелиорантов которая сможет обеспечить соблюдение технологических требований при работе машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степук, Л. Я. Решение проблемы эффективного применения пылевидных химвелиорантов / Л. Я. Степук, В. В. Барбанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» - Минск, 2009. – Вып. 43. – Т1. – С. 25–31.
2. Протокол № 70-2004 государственных приемочных испытаний штанговой машины для внесения химвелиорантов МШХ-9 / Белорусская МИС. – Минск, 2004. – 42 с.
3. Протокол № 141 Б ½ -2008 от 24 ноября 2008 года приёмочных испытаний опытного образца машины химизации самоходной МХС-10 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС» – Минск, 2008. – 65 с.
4. Инструкция по известкованию кислых почв сельскохозяйственных земель / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2019. – С. 18–22.
5. BERGMANN – TSW. многотоннажный, универсальный разбрасыватель // Проспект фирмы «BERGMANN» (Германия), 2020. – 54 с.
6. Stallungstreuer VS 2005 // DLG-ANERKANNT «Verteilqualität Stallmist, Verteilqualität Kompost» / DLG TestService GmbH Standort Groß-Umstadt. – Германия, 2018. — № 6901. – 8 с.
7. MEGAFEX UNIVERSALSTREUER // Проспект фирмы «FARMTECH» (Словения), 2015. – 12 с.
8. Транспортная программа // Проспект фирмы «Fliegl» / Mühldorf am Inn, Fliegl Agrartechnik – Бельгия, 2019. – С. 30–45.