

## Совершенствование конструкций рабочих органов и агрегатов для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений

**В.Э. Буксман**, доктор-инженер, компания «AMAZONEN-Werke» (Германия); **В.А. Милюткин**, д.т.н., профессор, **А.А. Перфилов**, аспирант, **С.А. Толпекин**, технолог, ФГБОУ ВО Самарская ГСХА; **М.М. Константинов**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Для повышения эффективности минеральных удобрений в энергоресурсосберегающих технологиях Mini-till, No-till и классических, особенно в зонах с недостаточным увлажнением, необходимо создавать или совершенствовать технику для их внутрипочвенного внесения [1–3]. Имеющиеся трудности по эффективной технологической до-

ставке удобрений в корневую зону растений при технологиях с оставлением стерни на поверхности поля и внесении основных повышенных доз удобрений частично решаются высокопроизводительными разбрасывателями и орудиями для поверхностной мелкой обработки (дисковые бороны, зубовые бороны, культиваторы), нарушающими при этом защитный стерневой покров. Данный недостаток в недалёком прошлом решался специальными плоскорезами — удобрителями-глубокорыхлителями ГУН. Однако из-за недостаточного крошения-рыхления и перемешивания верхнего слоя почвы с удобрениями широкозахватными режущими

лапами и, самое главное, малых ёмкостей туковых ящиков при рекомендуемых больших дозах удобрений, вносимых в качестве основных, данные машины не нашли широкого применения в производстве.

Возникшая проблема при внедрении технологии Mini-till и No-till с эффективным внутрипочвенным внесением минеральных удобрений при стартовом, для начального развития растений, количестве стала решаться внесением удобрений одновременно с посевом специальным оснащением сеялок оборудованием для внесения минеральных удобрений [4–8].

**Цель исследования** – изучение возможности повышения эффективности почвообрабатывающе-удобрительных агрегатов с возможным совершенствованием конструкции и расстановки рабочих органов и оценка конструкции и перспективности почвообрабатывающе-удобрительных агрегатов,



1.1

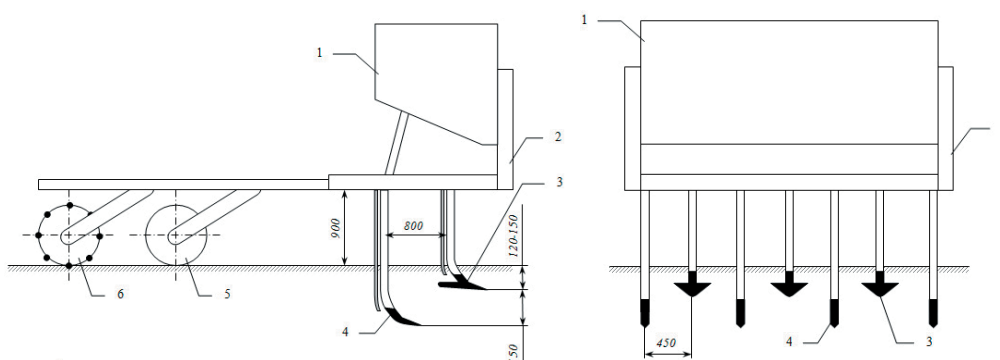
создаваемых мировыми сельхозмашиностроительными компаниями.

**Материал и методы исследования.** Для исследования использовался специально разработанный компанией «AMAZONEN-Werke» почвообрабатывающе-удобрительный агрегат «Pegasus» с туковыми ящиками, тукопроводами и комбинированными стрельчатыми лапами для обработки почвы и внутрипочвенного внесения минеральных удобрений (рис. 1.1).

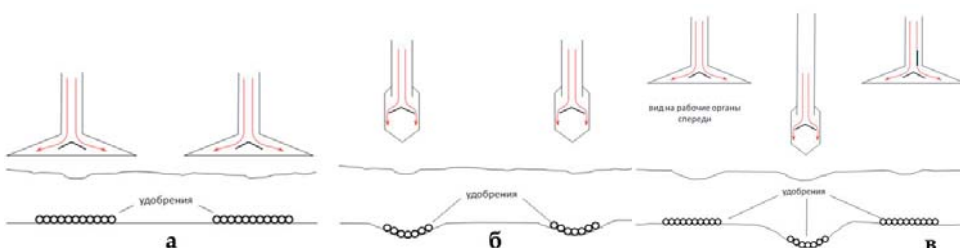
В процессе исследования с учётом биологических характеристик корневых систем возделываемых сельскохозяйственных культур [9–11] проводили различную установку рабочих органов по глубине, при этом применяли различные конструкции лап в сочетании, как стрельчатые, так и рыхлительные (рис. 1.2). С помощью специальных методик по почвенным разрезам и с использованием как гранулированных удобрений, так и полиэтиленовых мелких шариков (диаметром 2–5 мм), определяли распределение удобрений на дне борозды после прохода агрегата (рис. 1.3).

Дополнительно были проведены технологические опыты по определению эффективности внутрипочвенного внесения удобрений при возделывании кукурузы на зелёную массу и подсолнечник.

В процессе исследования и определения эффективности внутрипочвенного внесения удобрений при возделывании различных культур проводились вегетационные наблюдения за развитием восьми



1.2



1.3

Рис. 1.1 – Почвообрабатывающе-удобрительный агрегат «Pegasus» компании «AMAZONEN-Werke»; 1.2 – Схематическое представление изменений в конструкции агрегата «Pegasus» по двухъярусному расположению рабочих органов и чередованию стрельчатых лап с чизельными; 1.3 – Расположение удобрений на дне борозды при установке различных рабочих органов (а – стрельчатые лапы; б – рыхлительные лапы; в – комбинированная расстановка рабочих органов)

сортов и гибридов кукурузы на зелёную массу и восьми гибридов подсолнечника. Для сравнения использовали способ разбросного поверхностного внесения минеральных удобрений разбрасывателями компании «AMAZONEN-Werke» с расчётами различных доз внесения удобрений NPK на планируемую урожайность:  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Исследование проводились на полях в ФГБОУ ВО «Самарская ГСХА» на почвах, представленных чернозёмом обыкновенным, среднегумусным, среднемощным, тяжелосуглинистым с плотностью в слое 0–30 см – 1,09 г/см<sup>3</sup>, твёрдостью – 1,17 мПа, запасом продуктивной влаги в слое 0–30 см – 36 мм, 0–100 см – 129 мм, содержанием доступных форм элементов питания: легкогидролизуемый азот –

93 мг/кг, подвижный фосфор – 176 мг/кг, объёмный калий – 165 мг/кг, обменная кислотность почвы – 165 мг/кг.

**Результаты исследования.** При изучении влияния поверхностного и внутрипочвенного внесения удобрений на урожайность зелёной массы кукурузы (с отдельными початками) по различным гибридам была получена стабильная прибавка урожайности с максимальным уровнем 73–76 ц/га при наибольшей дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Однако внутрипочвенное внесение удобрений было более эффективным (с учётом цены удобрений): прибавка зелёной массы составила 64 ц/га при оптимальной величине удобрений  $N_{45}P_{45}K_{45}$  (рис. 2.1).

Аналогичными были и результаты в опытах с подсолнечником. При поверхностно-разбросном

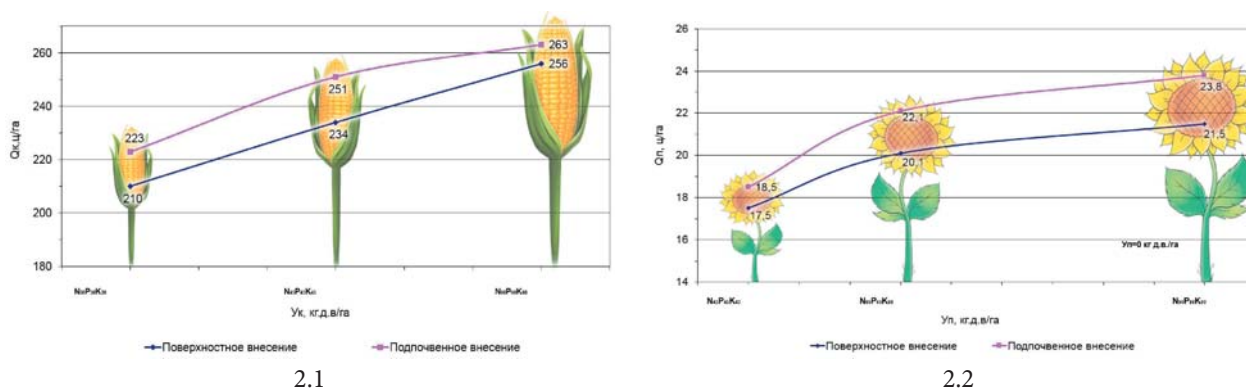


Рис. 2 – Влияние различных способов внесения удобрений: поверхностное и внутрипочвенное с различными дозами NPK при возделывании: 2.1 – кукуруза на зелёную массу; 2.2 – подсолнечник



3.1



3.2



3.3

Рис. 3.1 – Комбинированный агрегат компании «AMAZONEN-Werke» для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений; 3.2 – Большеобъёмный бункер для удобрений – 4,2 м<sup>3</sup>; 3.3 – Комбинированный рабочий орган культиватора «Senius...» для обработки почвы и внутрипочвенного внесения удобрений

способе прибавка составила 6,4 ц/га (44,8%), а при внутрипочвенном – 8,8 ц/га (60,7%). Т.е. внутрипочвенное внесение удобрений под подсолнечник было более эффективным, чем их внесение на поверхность в разброс: в среднем урожайность была больше, чем в контроле, на 2,3 ц/га, или на 15,9% (рис. 2.2).

В соответствии с мировыми тенденциями в развитии агрегатов для внутрипочвенного внесения удобрений компанией был разработан комбинированный агрегат (рис. 3.1), состоящий из большеобъёмного (4,2 м<sup>3</sup>) бункера XTender (рис. 3.2) и культиватора «Senius...» со специальными рабочими органами для внутрипочвенного ярусного внесения удобрений (рис. 3.3). На сегодняшний день этот агрегат решает многие проблемы эффективного внесения минеральных удобрений.

#### **Выводы.**

1. Для эффективного использования минеральных удобрений целесообразно вносить их внутрипочвенно, особенно в зонах с недостаточным увлажнением, что в опытах с кукурузой на зелёную массу и подсолнечником обеспечило прибавку урожайности соответственно на 5,6–9,5% и на 7,8–15,9% по сравнению с разбросно-поверхностным внесением.

2. Комбинация почвообрабатывающе-удобрительных рабочих органов для разноглубинного внесения минеральных удобрений без значительного увеличения тягового сопротивления: первый ярус (120–150 мм) – стрельчатые лапы, второй ярус (до глубины 270 мм) – рыхлительные лапы обеспечивают дополнительное увеличение урожайности сельхозкультур на 10–20%.

3. Решение всех сложных технико-технологических проблем при внутрипочвенном внесении минеральных удобрений возможно разработанным компанией «AMAZONEN-Werke» новейшим комбинированным агрегатом, состоящим из большеобъёмного (4,2 м<sup>3</sup>) бункера для удобрений и культиватора «Senius...», оборудованного комбинированными рабочими органами.

## **Литература**

1. Милюткин В.А. Эффективные технологические приёмы в земледелии, обеспечивающие оптимальное влагонакопление в почве и влагопотребление / В.А. Милюткин, В.В. Орлов, Г.В. Кнурова, В.С. Стеновский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (56). С. 69–72.
2. Милюткин В.А. Повышение продуктивности сельхозугодий внутрипочвенным внесением удобрений при точном (координатном земледелии) / В.А. Милюткин, Г.И. Казаков, А.П. Цирулев, М.А. Канаев, М.А. Беляев, Р.В. Науметов, А.В. Милюткин. Самара, 2013. 270 с.
3. Милюткин В.А. Технические решения для технологии No-till и Strip-till / Милюткин В.А., Н.Ф. Стребков, С.А. Соловьёв, З.В. Макаровская // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6 (50). С. 61–63.
4. Милюткин В. Управление производством сельскохозяйственных культур созданием оптимальных параметров влажности и температуры почвы / В. Милюткин, И. Бородулин, З. Антонова, А. Александров, М. Канаев // Harvard Journal of Fundamental and Applied. 2015. Т. XI. С. 117–128.
5. Милюткин В.А., Канаев М.А., Кузнецов М.А. Система механизации мониторинга и управления плодородием почвы в режиме On-line // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 34–39.
6. Милюткин В.А., Канаев М.А., Милюткин А.В. Разработка машин для подпочвенного внесения удобрений на основании агробиологических характеристик растений // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4. С. 9–13.
7. Милюткин В.А. Эффективность комбинированного почвообрабатывающе-посевого агрегата АУП-18 // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1996. № 3. С. 5–7.
8. Милюткин В.А. Милюткин А.В., Беляев М.А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энергоресурсосберегающих технологиях // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 4. С. 73–74.
9. Буксман В.Э. Милюткин В.А. Эффективное использование машин фирмы «AMAZONEN-Werke» (Германия – Россия) в зонах России с «рискованным земледелием» // Актуальные проблемы и инновационные технологии в отраслях АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 35-летию Кабардино-Балкарского ГАУ. Нальчик, 2016. С. 38–41.
10. Милюткин В.А., Канаев М.А. Разработка технических средств мониторинга плодородия почв с исследованием эффективности дифференцированного внесения удобрений при точном земледелии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (64). С. 92–95.
11. Практикум по точному земледелию: учеб. пособие / Под ред. проф. М.М. Константинова / А.И. Завражнов, М.М. Константинов, А.П. Ловчиков, А.А. Завражнов, Н.В. Зелёва, А.П. Козловцев, М.Р. Курамшин, В.Г. Кушнир, С.В. Машков, Б.Н. Нуралин, А.А. Шошин. СПб.: Издательство «Лань», 2015. 224 с.