

## Технико-технологическое обеспечение эффективного внесения на пропашных культурах жидких азотных и азото-серосодержащих удобрений на базе КАС-32

*В.А. Милюткин, д.т.н., профессор, В.Н. Сысоев, к.с.-х.н., ФГОУ ВО Самарский ГАУ; В.А. Шахов, д.т.н., профессор, ФГОУ ВО Оренбургский ГАУ; Н.Г. Длужевский, инженер-технолог, ПАО «КуйбышевАзот»*

С учётом мировых тенденций и многолетнего отечественного научно-производственного опыта по эффективному применению жидких минеральных удобрений КАС, ЖКУ, аммиачная вода и др. всё больший спрос возникает у аграриев как к новым технологиям по внесению жидких удобрений, так и к соответствующей технике по их внесению. Большую и разнообразную номенклатуру сельхозмашин и специального оборудования для внесения жидких удобрений по различным технологиям выпускает одно из ведущих сельхозмашиностроительных предприятий в России по прицепной технике – АО «Евротехника» (г. Самара) немецкой компании «AMAZONEN-Werke» (Германия) [1–3]. Эффективность жидких азотных и новых перспективных азото-серосодержащих минеральных удобрений, как и других видов удобрений [4–9], производимых в ПАО «КуйбышевАзот» и технико-технологическом комплексе АО «Евротехника», на различных сельскохозяйственных культурах исследует ФГОУ ВО Самарский государственный аграрный университет в зоне Поволжья.

Для листовой обработки посевов растений агропредприятиям предлагается широкий выбор опрыскивателей компании AMAZONE [8, 10] с распределением жидких удобрений через многоструйные крупнокапельные форсунки (3, 5 или 7 отверстий) или язычковые форсунки с плоским факелом распыла (FD) и обычные мелкокапельные форсунки при обработке растений КАС в растворе (концентрация КАС 5%). Для внекорневых подкормок растений штанги Super-S опрыскивателей AMAZONE оборудуются отдельным комплектом

навесных удлинительных шлангов (рис. 1А), обеспечивающих внесение удобрений в любой фазе развития без нанесения ожогов сельхозкультурам концентрированным КАС с наконечниками с одним отверстием при расстановке удлинительных шлангов через 0,25 м и с пятью отверстиями для перекрытия при расстановке шлангов через 0,5 м.

Навесные шланги используются для безопасного позднего внесения жидких удобрений. Грузы улучшают положение навесных шлангов в обрабатываемой культуре [1–3].

Для внесения в почву жидких минеральных (ЖКУ, КАС) и жидких органических (жидкая фракция навоза) удобрений при поверхностной обработке почвы рекомендуются средние дисковые бороны АО «Евротехника» – «Catros» – на 0–12 см с поводковой системой крепления дисков к раме и тяжёлые дисковые бороны «Certos» – на 0–18 см с целью лучшей сохранности азота и эффективного его использования при их агрегатировании со специальными ёмкостями, оборудованными насосами, распределителем и транспортирующими трубопроводами.

С учётом направлений мирового развития последней актуальной новинкой компании «AMAZONEN-Werke» является создание на АО «Евротехника» (г. Самара) универсального агрегата для внесения жидких удобрений FDC 6000 (рис. 1Б) [3]. Агрегат состоит из двух баков по 3000 л каждый с общим объёмом 6000 л для жидких минеральных удобрений, автономного лопастного насоса для наполнения баков жидкими минеральными удобрениями, рабочего насоса с приводом от фрикционного колеса, двух баков для чистой воды по 300 л, нижних тяг с навеской для агрегатирования сеялок с оборудованием для внесения жидких минеральных удобрений. При этом агрегат работоспособен при рабочей скорости до 20 км/ч



А



Б

Рис. 1 – Сельскохозяйственные агрегаты и комплексы компании «AMAZONEN-Werke», произведённые на АО «Евротехника» (г. Самара):

А – опрыскиватель, оборудованный дополнительными шлангами-удлинителями; Б – агрегат «FDC 6000» с сеялкой «Primer DM»

с возможными нормами внесения от 40 до 300 л/га при точности дозировки + 1% от нормы внесения, оси без тормозов с пневматическими резиновыми колёсами с шириной колеи 2,3 м и сцепного устройства, состоящего из тяговой траверсы Кат. 2-5 и сцепной петли.

Агрегат FDC 6000 имеет многочисленные возможности применения с различными сеялками компании «AMAZONEN-Werke» для точного высева пропашных культур (подсолнечник, кукуруза, соя и т.п.) EDX 9000-ТС (ширина захвата 9 м), а для зерновых – высокопроизводительными сеялками для прямого, мульчирующего и традиционного посевов DMC 9000 и DMC 12000 (ширина захвата 9 и 12 м) и сеялками также для прямого мульчирующего и традиционного посевов Condor 12000 и Condor 15000 (ширина захвата 12 и 15 м). Компания «AMAZONEN-Werke» при решении проблемы внесения жидких минеральных удобрений – ЖМУ одновременно с посевом выбрала, на наш взгляд, наиболее эффективную конструктивно-технологическую схему использования вновь созданного и изготавливаемого в России (г. Самара) на предприятии АО «Евротехника» универсального агрегата FDC 6000 в комплектации с зерновыми и пропашными сеялками, выпускаемыми как в Германии – на головном предприятии AMAZONE, так и в России – на предприятии АО «Евротехника». Сеялочные агрегаты, поставляемые в Россию и производящиеся в России компанией AMAZONE по запросам российских аграриев, укомплектованы соответствующими ёмкостями – бункерами для загрузки их твёрдыми минеральными удобрениями, вносимыми одновременно с посевом. Таким образом, машинно-тракторные посевные комплексы с универсальным агрегатом FDC 6000 для жидких удобрений и сеялками (пропашными – EDX 9000-ТС и зерновыми – DMC 9000, DMC 12000, Condor 12000 и Condor 15000) получают значительно большие технологические возможности по созданию благоприятных условий для развития сельскохозяйственных культур, высеваемых с одновременным внесением как твёрдых, так и жидких минеральных удобрений, сочетающих различные основные элементы (N, P, K)

и микроэлементы в твёрдой и жидкой фазах, что способствует получению большой урожайности с высоким качеством продукции.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили в 2018 и 2019 гг., а также планируется их проведение в последующие годы на опытных полях ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, на агропредприятиях Самарской, Саратовской, Оренбургской областей, Алтайского края и других регионов России и стран ближнего зарубежья (сегодня это Казахстан) по общепринятым в земледелии методикам в сравниваемых вариантах по составу удобрений, их концентраций, способов внесения, на различных сельскохозяйственных культурах (в статье приводятся материалы исследования на пропашных культурах: подсолнечник, кукуруза).

**Результаты исследования.**

1. Исследование эффективности применения жидких минеральных удобрений при возделывании кукурузы (табл. 1).

Срок посева – 04.06.2018 г., норма высева – 75 тыс. шт/га, тип почвы – чернозём тяжелосуглинистый, сорт – Пионер 7709. Всего изучено пять вариантов опытов. I – контроль: аммиачная селитра, норма внесения 264 кг/га ф. в. N<sub>90</sub> кг/га д.в. под предпосевную культивацию разбрасывателем ZA-M 1500 (AMAZONE); II – KAC-32: одноразовое сплошное внесение в дозе 216 л/га (279 кг/га ф.в.) N<sub>90</sub> кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию; III – KAC-32: дробное внесение: а) KAC-32, 108 л/га (140 кг/га ф.в.) N<sub>45</sub> кг/га д.в. – сплошное внесение под предпосевную культивацию опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками, б) подкормка KAC-32, 108 л/га (140 кг/га ф.в.) N<sub>45</sub> кг/га – опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) удлинительными шлангами в междурядье в фазе 8–10 листьев; IV – KAC + S; дополнительное внесение серы – KAC + S, 252 л/га (315 кг/га ф.в.) N<sub>90</sub> – S<sub>7</sub> д.в. – сплошное внесение опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию; V – KAC-32 + PPS (раствор питательный серосодержащий)

1. Урожайность и качество зерна кукурузы

Вариант	Аммиачная селитра, N <sub>90</sub> (к)	KAC-32 одноразовое N <sub>90</sub> опрыскивателем под культивацию	KAC-32 дробное внесение N <sub>45</sub> ; N <sub>45</sub> опрыскивателем под культивацию и подкормка	KAC-32+сера N <sub>90</sub> + S <sub>7</sub> опрыскивателем под культивацию	KAC-32+PPS N <sub>90</sub> + S <sub>28</sub> опрыскивателем под культивацию и подкормка	Без удобрений
Урожайность, ц/га:	70,3	73,3	82,1	82,6	85,2	не проводилось
Уборочная влажность, %	17,2	17,2	20,8	19,8	16	—/—
Сырая зола, %	1,5	1,8	1,7	1,6	1,7	—/—
Сырой протеин, %	8,56	10	11,25	9,19	9,63	—/—
Содержание сухого вещества, %	82,8	82,8	79,2	80,2	84	—/—

с дополнительным внесением серы: а) внесение опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию КАС-32 – 120 л/га (155 кг/га ф.в.)  $N_{50}$  кг/га д.в., б) подкормка в фазу 8–10 листьев опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) удлинительными шлангами РПС (раствор питательный серосодержащий), 300 л/га (330 кг/га ф.в.)  $N_{40}$  кг/га д.в. + S, 24 кг/га д.в.

Сбалансированность питания кукурузы элементами N и S в опытах имела большее значение для урожайности в сравнении с аммиачной селитрой.

Результаты полевых экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что применение жидких серосодержащих удобрений на базе КАС-32 на почвах с низким содержанием серы привело к существенному улучшению развития кукурузы и формированию более высокой урожайности по сравнению с внесением аммиачной селитры. В исследовании установлена высокая отзывчивость кукурузы на внесение жидких азотных (КАС-32) и жидких азотно-серосодержащих удобрений (КАС+сера, КАС-32+РПС). Максимальное количество початков на 100 растений 107–108 шт. сформировалось на фоне применения КАС-32 + РПС (раствор питательный серосодержащий), на 11,5–12,8% больше, чем на контроле. Прирост высоты растений во время цветения метелок составлял 3–5,2% по сравнению с контролем. Применение жидких азотно-серосодержащих удобрений достоверно повышало урожайность. Максимальный эффект по урожайности получен при внесении удобрения КАС-32 + РПС, урожайность по сравнению с контролем увеличилась на 14,9 ц/га, или на 21,2% (рис. 2).

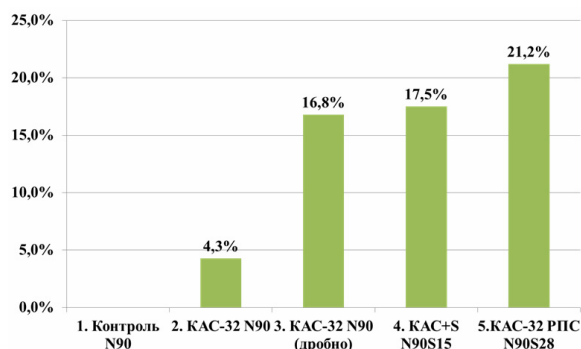


Рис. 2 – Прибавка урожайности кукурузы

2. Исследование эффективности применения жидких минеральных удобрений при возделывании подсолнечника (табл. 2).

Срок посева 27.05.2018 г., норма высева – 62 тыс. шт/га, тип почвы – чернозём тяжелосуглинистый. Опыт включал пять вариантов.

I – контрольный – аммиачная селитра: внесение под предпосевную культивацию в дозе 191 кг/га ф.в. ( $N_{65}$  кг/га д.в.) разбрасывателем ZA-M 1500 (AMAZONE); II – КАС-32: внесение под пред-

посевную культивацию в дозе 156 л/га (201 кг/га ф.в.)  $N_{65}$  кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными форсунками; III – КАС – 32: дробное внесение: а) сплошное внесение под предпосевную культивацию опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками, 100 л/га (134 кг/га ф.в.),  $N_{45}$  кг/га д.в.; б) подкормка опрыскивателем UR 3000 удлинительными шлангами в междурядье в фазе «звёздочки», 50 л/га (66 кг/га ф.в.),  $N_{20}$  кг/га д.в.; IV – КАС + S – дополнительное внесение серы: сплошное внесение, 182 л/га (227 кг/га ф.в.)  $N_{65}$  кг/га д.в. +  $S_7$  кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию; V – КАС-32 + РПС (раствор питательный серосодержащий); дополнительное внесение серы: а) сплошное внесение КАС-32 108 л/га (139 кг/га ф.в.)  $N_{45}$  кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию; б) подкормка РПС 250 л/га или 293 кг/га ф.в. ( $N_{20}$  кг/га д.в. +  $S_{23}$  кг/га д.в.) в фазе «звёздочки» опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) с удлинительными шлангами в междурядья кукурузы на поверхность почвы без попадания на листья и не обжигая их концентрированным раствором – главным образом КАС.

Применение жидких азотно-серосодержащих удобрений КАС+сера и РПС (раствор питательный серосодержащий) на почвах с низким содержанием подвижной серы на подсолнечнике показало преимущество в сравнении с традиционным внесением аммиачной селитры. Данная технология положительно повлияла на структуру урожая, способствовала увеличению диаметра корзинки подсолнечника на 0,5–1,6 см, высота растений составила 178,3–193,6 см, что на 6–8% больше, чем контроль. На варианте КАС + сера прибавка урожайности к контролю составила 3,5 ц/га, но максимальная урожайность – 27,6 ц/га была получена на варианте КАС + РПС, прибавка к контролю составила 5,2 ц/га. Кроме того, применение жидких азотных удобрений с добавлением серы способствовало повышению содержания масла в семенах на 2,41%, составив 48,29%, что способствовало сбору масла на 2,8 ц/га больше относительно контроля (рис. 3).

Кроме прибавки урожая при использовании жидких минеральных удобрений КАС, КАС + сера, РПС (раствор питательный серосодержащий), сократились затраты на складское хранение, погрузку – выгрузку, также улучшилась общая безопасность труда при работе с аммиачной селитрой.

**Выводы.** Опыты по применению в 2018 г. (год засушливый; по статистике Самарского гидрометеоцентра – 7-е место по засухе с 1936 г.) жидких азотных и азотно-серосодержащих удобрений показали высокую их эффективность на различных

2. Урожайность и качество подсолнечника

Вариант	Аммиачная селитра N <sub>65</sub> , контроль	КАС-32 N <sub>65</sub> , внесение опрыскивателем	КАС-32 N <sub>65</sub> , внесение опрыскивателем дробно	КАС+S N <sub>65</sub> S <sub>7</sub> , внесение опрыскивателем	КАС-32+РПС N <sub>65</sub> S <sub>23</sub> , внесение дробно
Урожайность, ц/га	22,4	26,2	24,5	25,9	27,6
Влажность, %	7,2	7,2	7,2	8,0	8,2
Массовая доля масла, %	45,88	42,3	44,74	47,01	48,29
Кислотное число, мг. КОН/г	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Сбор масла, ц/га	9,5	10,2	10,1	11,2	12,3

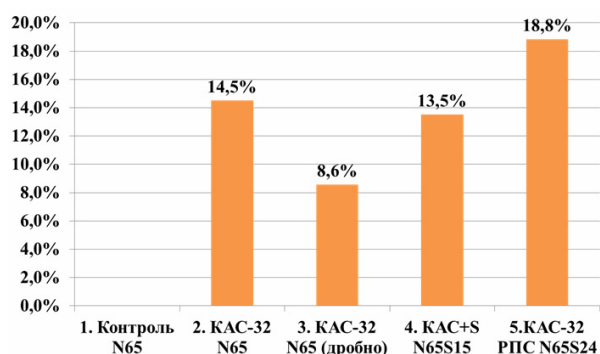


Рис. 3 – Прибавка урожайности подсолнечника на опытных делянках

основных пропашных культурах. Но для того чтобы рекомендовать сельхозпредприятиям применение этих удобрений в Самарской области по нормам, способам и фазам развития растений в различных погодных условиях, Самарский ГАУ, ПАО «КуйбышевАзот» и АО «Евротехника» запланировали исследования продолжительностью не менее трёх лет при нормальном и повышенном увлажнении в сравнении со средними многолетними данными.

**Литература**

1. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. IV Междунар. науч.-практич. конф. Пенза, 2018. С. 122–127.
2. Милюткин В.А., Буксман В.Э., Длужевский Н.Г. Машины и оборудование компании «AMAZONEN-Werke» для

внесения жидких минеральных удобрений по различным технологиям // Достижения техники и технологий в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. памяти почетного работника высшего образования, академика РАЕ, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. Ульяновск, 2018. С. 176–184.

3. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Инновационные технические решения для внесения жидких и твёрдых минеральных удобрений одновременно с посевом // Техника и оборудование для села. 2018. № 10. С. 10–12.
4. Милюткин В.А., Канаев М.А., Буксман В.Э. и др. Формирование рационального состава наиболее эффективных разбрасывателей минеральных удобрений для агропредприятий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 6 (64). С. 111–114.
5. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Внутрипочвенное внесение удобрений агрегатом X TENDER с культиватором SENIUS TX при высокоэффективном влагонакоплении // Аграрная наука сельскому хозяйству: сб. ст. в 3-х кн. / Алтайский государственный аграрный университет. Барнаул, 2017. С. 41–43.
6. Милюткин В.А., Канаев М.А. Совершенствование технических средств для внесения удобрений: // Аграрная наука сельскому хозяйству: сб. ст. в 3-х кн. / Алтайский государственный аграрный университет. Барнаул, 2016. С. 36–37.
7. Милюткин В.А., Буксман В.Э., Канаев М.А. Высокоэффективная техника для энерго-, влаго-, ресурсосберегающих мировых технологий Mini-Till, No-Till в системе точного земледелия России. Монография. Кинель: РИО Самарской ГСХА, 2018. 182 с.
8. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Повышение эффективности опрыскивателей для внесения жидких минеральных удобрений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (69). С. 119–122.
9. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Орлов В.В. Энерго-ресурсосберегающие технологии в земледелии и рекомендуемые комплексы машин // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: матер. междунар. науч.-технич. конф. В 5-част. Волгоград, 2016. С. 232–236.
10. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Буксман В.Э. Приоритетные конструктивные и технологические особенности опрыскивателей для защиты растений при техпереворужении агропредприятий АПК // Нива Поволжья. 2018. № 1 (46). С. 97–102.