

# Опрыскивание от А до Я

3-е ИЗДАНИЕ «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОПРЫСКИВАНИЯ»



ENGINEERING  
YOUR SPRAY SOLUTION



## Уважаемые коллеги!

В данном издании мы собрали информацию, накопленную компанией Lechler за многие годы производства форсунок, тестирования и совместной работы с мировыми компаниями по производству средств защиты растений, производителями опрыскивателей, компаниями по обслуживанию и техническому осмотру, а также сельхозпроизводителями во всем мире.

Для получения полной эффективности препаратов необходимо и правильно подобрать действующее вещество, которое будет решать поставленные задачи, а также для получения полной эффективности, следует учитывать множество факторов с распределением действующих веществ, в необходимом количестве. На распределение рабочего раствора на целевой поверхности влияет правильно подобранные форсунки и условия обработки, при которых оно будет проводиться. Следуя простым правилам, которые изложены в данном издании, вам легко будет получить максимальную эффективность от препаратов и максимальную прибыль при выращивании культур.

Компания Lechler основана в 1879 году в городе Штутгарт — в центре немецкого машиностроения. Компании с мировыми именами — Daimler, Bosch, Porsche — были созданы по соседству в это же время. С тех пор компания Lechler тесно связана с прецизионным машиностроением.

С 1893 Lechler разрабатывает и производит форсунки и распылительные системы для различных отраслей промышленности. Многие новшества и разработки компании в области распылительной техники дали решающие толчки современным технологиям и определяют их на сегодняшний день.



В европейском пространстве компания Lechler является лидирующим производителем прецизионной распылительной техники. Компания имеет дочерние предприятия и производственные мощности в различных странах мира. Благодаря сотрудничеству с партнерами и представителями группа Lechler представлена в более чем 65 странах.

В области сельского хозяйства компания Lechler определяет стандарты и требования к распылительной технике для внесения средств защиты растений, нашедшие широкое применение в ряде стран Западной Европы.

Экология становится неотъемлемой частью общественного сознания. Прецизионное внесение средств защиты растений вносит ощутимый вклад в защиту окружающей среды. Тесное взаимодействие с научно-исследовательскими институтами в различных странах мира, способствует постоянному процессу усовершенствования техники и технологий обработки.

Компания Lechler  
Метцинген, Германия 2018

## Содержание

|  |    |  |    |
|--|----|--|----|
| Приветственное слово .....   | 2  | Густота покрытия поверхности и размер капель .....                                   | 30 |
| Форсунки: типы, выбор, уход и диагностика .....                                      | 4  | Стандарт ASABE S572.....   | 32 |
| ID3 .....  | 7  | Температура воздуха, скорость ветра и влажность .....                                | 34 |
| IDK .....  | 9  | Внесение удобрений.....  | 39 |
| IDTA .....   | 10 | Внесение жидких удобрений в чистом виде .....  | 40 |
| IDKT .....   | 11 | FD .....   | 42 |
| TwinSprayCap .....   | 12 | Шланг 5S .....   | 44 |
| И еще немного о форсунках.....   | 13 | Внесение средств защиты растений вместе с микроудобрениями .....                     | 47 |
| Принципиальное различие между щелевыми и инжекторными форсунками.....                | 14 | DroplegUL .....  | 49 |
| Что означает цвет и номер форсунки? .....  | 16 | Контроль опрыскивателя.....  | 52 |
| Материал форсунки.....   | 17 | Рекомендации по применению распылителей: для внесения СЗР на зерновых колосовых..... | 58 |
| Износостойкость .....  | 17 | для внесения КАС на пшенице .....  | 58 |
| Почему износ форсунок является проблемой?.....                                       | 18 | для внесения СЗР на рапсе .....  | 59 |
| Диагностика износа форсунок.....   | 20 | для внесения КАС на рапсе .....  | 59 |
| Уход за форсунками .....   | 20 | для внесения СЗР на кукурузе.....  | 60 |
| Подбор фильтров.....   | 21 | для внесения КАС на кукурузе .....   | 61 |
| Рекомендации по промывке опрыскивателя.....  | 22 | для внесения СЗР на картофеле.....   | 62 |
| Влияние внешних факторов на качество опрыскивания. Высота штанги и ее колебание..... | 23 | для внесения КАС на картофеле .....  | 63 |
| Влияние скорости движения на качество опрыскивания .....                             | 25 | для внесения КАС на сое.....   | 63 |
| К чему может привести высокая скорость движения? .....                               | 26 | для внесения СЗР на сахарной свекле .....  | 64 |
| Воздушный рукав — за и против .....  | 27 | для внесения СЗР на подсолнухе .....   | 65 |
| Влияние давления в системе опрыскивателя на качество распыла .....                   | 28 | для внесения КАС на подсолнухе.....  | 65 |
|  |    | Таблица расчета нормы расхода для внесения КАС и средств защиты растений .....       | 66 |





# ОПРЫСКИВАНИЕ ОТ А ДО Я

3-е издание «Теория и практика опрыскивания»

## Наиболее задаваемые вопросы из практики следующие:

- ▶ Какие форсунки лучше использовать для разных препаратов?
- ▶ В какие фазы культур какой тип форсунки следует применять?
- ▶ Как часто нужно менять форсунки?
- ▶ Какова оптимальная высота штанги опрыскивателя?
- ▶ С какой скоростью нужно и можно работать?
- ▶ Каков оптимальный расход рабочей жидкости?
- ▶ Как влияет размер капель при увеличении и снижении давления насоса?
- ▶ Как работать при сильном ветре?
- ▶ Как влияет высокая и низкая температура на эффективность?
- ▶ Как влияет эффективность удобрения от способа внесения и как смешивать препараты и удобрения?
- ▶ Какое влияние оказывает качество воды?
- ▶ Почему эффективность препаратов неравномерна на одном поле?
- ▶ Чем лучше чистить форсунки?

Все эти вопросы сводятся к одному: **"Как увеличить эффективность используемых препаратов и получить максимальный урожай/прибыль?"**



## Форсунки: типы, выбор, уход и диагностика

Основополагающим фактором успешного проведения опрыскивания является выбор типа форсунок. Пытаясь найти новые форсунки (к сожалению, очень часто, раствор из них уже не распыляется, а капает или течет), многие сталкиваются с типичной ситуацией: продавцы техники оперативно присылают прайс-лист со списком распылителей на 2–3 листах.

На вопрос: **«Какой распылитель из нескольких десятков вариантов покупать?»** — чаще всего следует бодрый ответ: «У нас есть все, выбирайте!» В лучшем случае, могут дать в руки каталог производителя (обычно где-то 100–200 страниц с таблицами, формулами и графиками — можно, например, скачать в интернете на сайте [lechler-forsunki.ru](http://lechler-forsunki.ru) или [lechler.ua](http://lechler.ua), который только более детально опишет преимущества каждой отдельной модели, но выбирать все равно придется самому. В результате, к сожалению, для всех сторон, при отсутствии понятных и четких рекомендаций очень часто форсунки выбирают, исходя из минимальной цены, но сэкономят несколько сотен евро,

существенно теряют в эффективности (или вовсе не получают должного эффекта) при внесении СЗР стоимостью в несколько сотен тысяч евро (а в агрохолдингах счет идет на миллионы).

Давайте разберемся, что предлагается на сотнях страниц каталогов и что из этого реально необходимо. Как правило, на первых страницах каталогов есть сводная таблица по типам форсунок. У компании Lechler она самая удобная для понимания. Вряд ли смайлики или пиктограммы у других производителей вам помогут понять, что они предлагают. Самым же простым способом для подбора форсунок является Калькулятор форсунок от компании Lechler, который можно скачать в приложении или на сайте компании.

Рассмотрим **таблицу 1**. В ней указаны следующие параметры: буквенное обозначение типа распылителя (с фото), форма факела распыла, допустимое и оптимальное рекомендуемые давления, степень сноса, назначение.

## Схема применения форсунок для опрыскивания полевых культур

|                        | ID3                       | IDK          | IDTA  | IDKT          | PRE   | ST    | FT*     | FD    |
|------------------------|---------------------------|--------------|-------|---------------|-------|-------|---------|-------|
|                        |                           |              |       |               |       |       |         |       |
| Рабочее давление (бар) | 2–4–8                     | 1**–/1,5–3–6 | 1–4–8 | 1***–/1,5–3–6 | 1,5–8 | 2–3–5 | 1–2–3   | 1,5–4 |
| Стойкость к сносу (%)  | 90                        | 90           | 90    | 90            | 95    | 0     | 75      | 90    |
| Гербициды              | Предпосевные              | ▲▲           | ▲▲    | ▲▲            | ▲▲    | ▲     | ▲▲      | –     |
|                        | Довсходовые               | ▲▲           | ▲▲    | ▲▲            | ▲▲    | ▲     | ▲▲      | –     |
|                        | Послевсходовые системные  | ▲▲           | ▲▲    | ▲▲            | ▲▲    | –     | ▲       | –     |
|                        | Послевсходовые контактные | ▲            | ▲     | ▲▲            | ▲▲    | –     | ▲       | –     |
| Фунгициды              | Контактные                | ▲            | ▲     | ▲▲            | ▲▲    | –     | ▲       | –     |
|                        | Системные                 | ▲▲           | ▲▲    | ▲▲            | ▲▲    | –     | ▲       | –     |
| Инсектициды            | Контактные                | ▲            | ▲     | ▲▲            | ▲▲    | –     | ▲       | –     |
|                        | Системные                 | ▲▲           | ▲▲    | ▲▲            | ▲▲    | –     | ▲       | –     |
| Жидкие удобрения       | ▲▲                        | ▲▲           | △     | △             | ▲▲    | △     | ▲ (1–2) | ▲▲    |
| Регуляторы роста       | ▲▲                        | ▲▲           | ▲     | –             | –     | ▲     | ▲       | –     |
| Полив                  | ▲▲                        | ▲▲           | ▲▲    | ▲▲            | ▲▲    | ▲     | –       | ▲▲    |

▲▲ очень хорошо соответствует  
 ▲ хорошо соответствует  
 △ не совсем соответствует  
 – не рекомендуется

\* FT форсунка применяется в комбинации с аппликатором Dropleg<sub>UL</sub>, более детальная информация на странице 48

Калибр: \*\*IDK –04/–05/–06  
 \*\*\*IDKT –03/–04/–05/–06

Соблюдайте требования производителей СЗР.

**ВАЖНО!** Таблица сделана для оптимальных погодных условий опрыскивания (температура — до 25 °С, влажность — более 60 %, ветер — менее 5 м/с). В ФРГ просто запрещено при температуре более +25 °С работать опрыскивателем.

**Почему так много типов форсунок?**

Это сложилось исторически. В результате постоянного совершенствования техники удавалось создавать все более совершенные форсунки. Новые типы форсунок минимизировали недостатки предыдущих. Таким образом, наряду с высокотехнологичными инжекторными форсунками (IDTA, ID3, IDK, IDKT), давно производятся и достаточно простые щелевые (ST, LU, AD, DF), все еще используемые из-за их небольшой стоимости.

Несмотря на значительную разницу в стоимости, высокотехнологичные инжекторные форсунки находят все большее применение из-за неоспоримых преимуществ в работе — за счет существенного снижения потерь при сносе и испарении и более высокой эффективности средств защиты растений. К примеру, в Германии последние несколько лет на долю инжекторных форсунок приходится более 90 % всего рынка.

**Чтобы выбрать тип распылителей, рассмотрим сначала характеристики форсунок, представленных в таблице 1.**

**Практические рекомендации**

При отсутствии оптимальных условий эффективность работы может значительно снизиться. Тогда форсунки подбирают, исходя из минимизации потерь за счет равномерного распределения по поверхности, сноса и испарения, или, например, учитывая ее оптимальную для обработки фазу культуры.

Абсолютно универсальных форсунок «на все случаи жизни» до сих пор не создано. Поэтому, скорее всего, вам потребуется несколько типов форсунок, особенно если у вас есть картофель и другие овощи или в хозяйстве интенсивно применяются фунгициды и инсектициды.

На большей части территории СНГ средства защиты растений вносятся вне оптимальных погодных условий (температура до +25 °С градусов, а еще лучше до +20 °С, а влажность воздуха более 60–65 %). Поэтому мы рекомендуем использовать только инжекторные форсунки (подробнее о них — в следующей главе). Или придется постоянно контролировать тип применяемых форсунок и менять их в зависимости от погоды.

**ID3**

— сокращения от немецкого: «**Injektor Düse 3**» — означает инжекторная форсунка третьего поколения. Данный полноформатный тип инжекторной

форсунки высокого давления, возможно, мог бы стать самым универсальной в эксплуатации. Большая смесительная камера в ней позволяет получать относительно равномерный спектр крупных капель, проникающих в стеблестой с достаточно большой скоростью. Короткое время нахождения капли в полете уменьшает опасность испарения. Размер капель в сочетании со скоростью движения, в свою очередь, снижает вероятность дрейфа (сноса). Кроме того, некоторое количество капель в спектре, наполненных пузырьками воздуха, попадая на лист, лопаются и рабочий раствор распределяет по поверхности. Этот эффект позволяет нанести некоторое количество препарата даже под лист. Капли, летящие с большой скоростью, ударяясь о поверхность, в буквальном смысле взрываются и распределяют раствор во всех направлениях. Этот эффект возможен только при внесении СЗР инжекторными распылителями. На щелевых, а также на дисковых разбрызгивателях капли гораздо мельче и не обладают достаточной скоростью.

Кроме того, на дисковых разбрызгивателях, все еще применяемых сегодня в СНГ, капли выбрасываются по горизонтали и оседают в культуру под собственным весом, практически только благодаря гравитации. Тут и проникновение в нижние ярусы гораздо хуже, чем даже у простых щелевых распылителей. В дополнение ко всем недостаткам этих устаревших технологий еще один негативный эффект вносит термика. Под воздействием солнца растения нагреваются и нагревают воздушное пространство вокруг себя. Температура внутри растительного массива днем будет обязательно на несколько градусов выше, чем, например, на высоте в 1–1,5 метра. За счет восходящих потоков воздуха образуется некое воздушное сопротивление. Мелкие капли, не движущиеся с большой скоростью вниз (особенно на дисковых форсунках), буквально парят над культурой, подхватываются ветром и уходят вверх, где они просто испаряются. Это и есть основная причина потерь на атмосферном сносе.

**Таким образом, только за счёт форсунок можно значительно повысить эффективность вносимых средств защиты растений или же проиграть, выбрав неверную технологию внесения.**

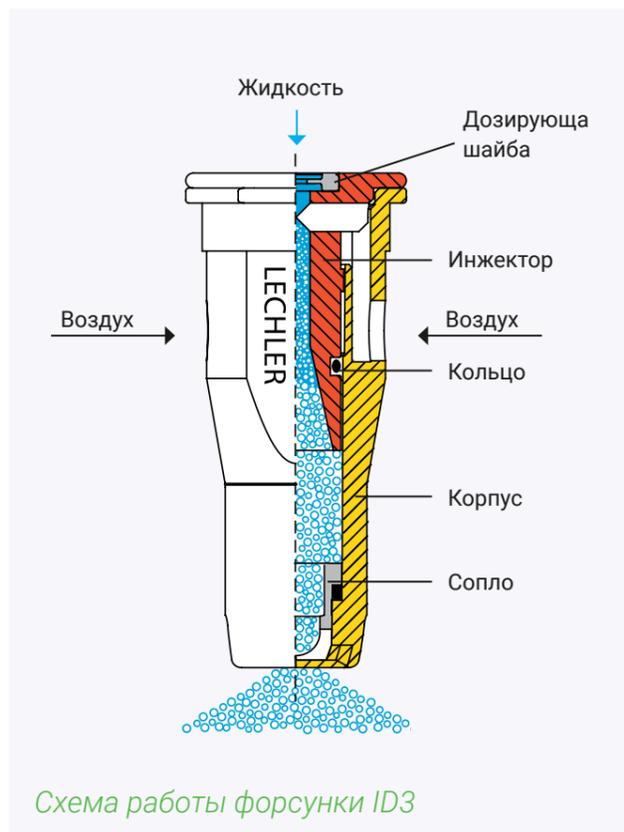


Однако полноформатный инжекторный распылитель стоит недешево, что для многих хозяйств часто является решающим фактором при выборе комплектующих для опрыскивателя. Он также требует высококачественной оснастки опрыскивателя, способной обеспечить диапазон рабочего давления от 2 до 8 бар.

**Практические рекомендации:**  
оптимальное давление для данного типа распылителя — 4–8 бар.

Это не тайна, но почему-то именно об этом «забывают» сказать продавцы (увы, мы столкнулись с тем, что многие даже не подозревают о наличии параметров оптимального давления).

Но если вам надо «пробить» стеблестой — проникнуть препаратом в нижний ярус (например, применяя гербициды на зерновых после кушения), снизить потери при порывах ветра и высокой температуре — этот распылитель будет одним из самых оптимальных.

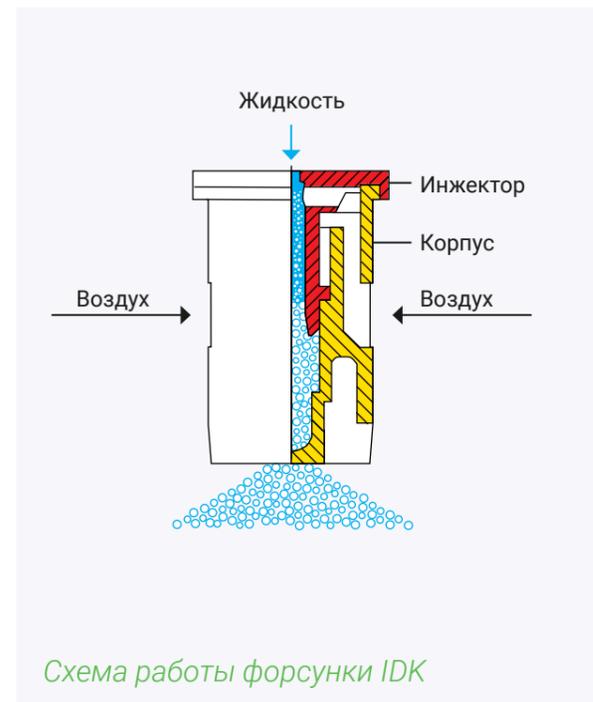


## IDK

— сокращения от немецкого: «**Injektor Düse Kompakt**» — в переводе означает компактная инжекторная форсунка.

Эта инжекторная форсунка меньшего размера и работает при меньшем давлении (рабочее давление от 1–1,5 до 6 бар), не требует высокотехнологичной оснастки опрыскивателя, но при этом несколько снижается скорость движения капли и ее способность проникать внутрь стеблестоя. Форсунки подобного типа очень широко применяются и чаще всего входят в стандартную комплектацию большинства новых опрыскивателей. Это самый популярный тип инжекторных распылителей в странах СНГ, поскольку работает при низком давлении.

**Практические рекомендации:**  
устанавливайте для данного типа распылителя при работе с пестицидами давление 2,0–3,5 бар.



# IDTA



— сокращения от немецкого: «**Asymmetrische Air-Injektor Doppelflachstrahldüse**» — означает инжекторная форсунка ассиметричная двухфакельная. Данный полноформатный тип инжекторной форсунки с двумя факелами распыла является базовой для внесения почвенных гербицидов, страховых гербицидов, фунгицидов на ранних этапах развития растений, до 25 см, и конечно инсектицидов. Она разработана специально для возможности работы на высоких скоростях, 12–24 км/ч.



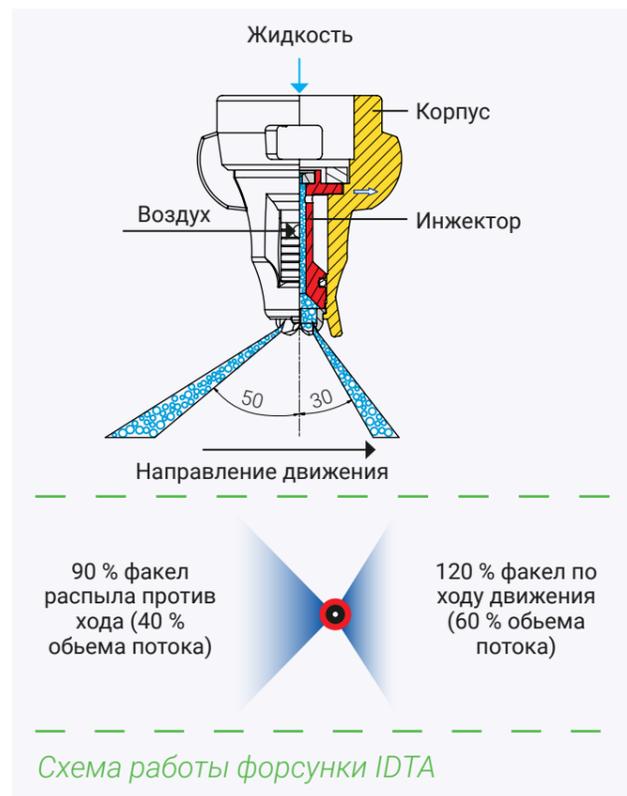
Для сохранения формирования факела на корпусе есть специальный рассекающий воздух. Большая камера смешивания позволяет получать капли стабильного крупного размера в широком диапазоне давления. Изготовлена она в одном корпусе, для удобства быстрого монтажа/демонтажа с системой байонетного крепления Multijet. Одной из ее особенностей также есть то, что ее можно разобрать и собрать в резиновых перчатках, за что компания Lechler и получила серебряную медаль на всемирной выставке Agritechnica 2015 и региональных в последующих годах, в том числе на АгроСалоне в 2016 году.

Как и все инжекторные форсунки, она формирует многокамерные капли, которые при попадании на целевую поверхность разбиваются на мелкие.

**Практические рекомендации:**  
устанавливайте для данного типа распылителя при работе с СЗР давление 2,0–4,0 (8,0) бар. Идеально для внесения всех типов СЗР на ранних этапах органогенеза растений.

Ассиметричность двух факелов позволяет под более прямым углом обрабатывать поверхность вертикально стоящих объектов. Два ассиметричных факела: 30° отклонение от вертикали по ходу движения и 50° против движения с различными потоками жидкости:

- ▶ по ходу движения факел 120° распыляет 60 % объема жидкости;
- ▶ факел распыла против движения 90° и 40 % объема, при этом в этом потоке формируются более крупные капли, придавливая к целевой поверхности образовавшиеся мелкие с первого факела.



Данная конструкция форсунки позволяет также обрабатывать растения при скорости ветра до 7 м/с и рабочей скорости более 20 км/ч, с минимальным сносом рабочего раствора. Второй блок применения — это внесение фунгицидов/инсектицидов по колосу у зерновых колосовых, а также применения десикантов на бобовых, подсолнечнике, пр. Данный тип форсунки позволяет качественно обрабатывать поверхности действующими веществами, контактного типа действия, когда качество покрытия имеет большое значение. Одним из преимуществ перед обычными однофакельными инжекторными является более жесткий корпус. Данная форсунка является базовой для:

- ▶ регионов с высокой температурой
- ▶ ветреных регионов
- ▶ для опрыскивания на высоких скоростях.

# IDKT

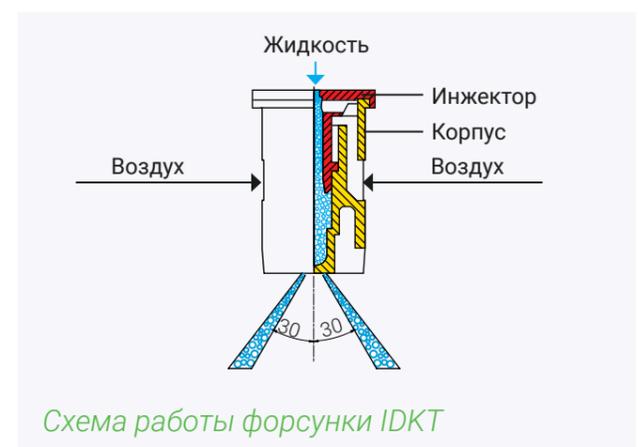
— сокращение от немецкого: «**Injektor Düse kompakt Twinspray**» — в переводе означает инжекторная компактная двухфакельная инжекторная форсунка. Фактически (по таблице), один из самых оптимальных вариантов, поскольку подходит для внесения практически любого препарата, кроме удобрений. Однако конструктивно два факела распыла потребовали уменьшения размера капель для обеспечения равного расхода воды с однофакельными форсунками того же номера (о номерах/цветах распылителей см. далее). При температуре выше + 25 °С и/или влажности менее 60 % повышаются потери за счет испарения и сноса (если мы сравниваем с однофакельными инжекторными форсунками).



Двухфакельные форсунки, на сегодня, пожалуй, лучший выбор для контактных и ряда других СЗР. За счет увеличенного расхода рабочего раствора до 300–500 л/га для таких препаратов (фунгициды, инсектициды, десиканты) вопрос потерь сглаживается, а преимущества двухфакельных форсунок значительно превышают их недостатки. Фактически, поверхность растения обрабатывается с разных сторон под разными углами 4 раза, по сравнению с 2 у однофакельных распылителей (факелы распыла должны полностью перекрываться при работе, и каждая точка горизонтальной поверхности должна попадать под факелы 2 форсунок у однофакельной форсунки).

**Практические рекомендации:**  
устанавливайте для данного типа распылителя давление 1,5–3,5 бар на форсунке. При более высоком давлении капли будут слишком мелкими.

Используйте данный тип распылителей при работе с контактными препаратами.



При необходимости работы при высоких температурах с большим расходом рабочего раствора можно использовать форсунки IDTA или сдвоенные головки TwinSprayCap для двух форсунок ID3.

Обычно двухфакельные форсунки используют при применении инсектицидов, фунгицидов и десикантов, а также при обработке овощных культур и свеклы, когда требуется обеспечить максимальную эффективность контактного компонента, или обрабатываемая культура образует много труднодоступных «теневых» зон из-за высокой площади листовой поверхности. Двухфакельные форсунки позволяют обрабатывать растения как с передней, так и с задней стороны, что особенно важно при обработке колоса против фузариоза. Исходя из многолетнего опыта использования, считается, что двухфакельные инжекторные форсунки обеспечивают:

- ▶ уменьшение «теневых зон» при опрыскивании;
- ▶ лучшее покрытие с разных сторон вертикальных частей растений;
- ▶ лучшую обработку задней части растений, в том числе колоса;
- ▶ увеличение эффективности средств защиты растений.

**Можно ли, используя однофакельную форсунку, получить качество распыла как у двухфакельной?** Многие пытаются это сделать, увеличивая расход воды у однофакельных форсунок. Опыты показывают, что, просто увеличивая расход воды у однофакельной форсунки (в т.ч. применяя однофакельные форсунки большего номера), не получается при обработке контактным препаратом достигнуть эффективности двухфакельной. В таком случае лучше применить двухфакельные форсунки, например, при десикации получите дополнительно еще плюс 5–20 % эффективности десикантов.

## Twin-SprayCap

(Твинспрейкэп) — в переводе с английского двухфорсуночный колпачок. Комбинированные байонетные колпачки для инжекторных форсунок.

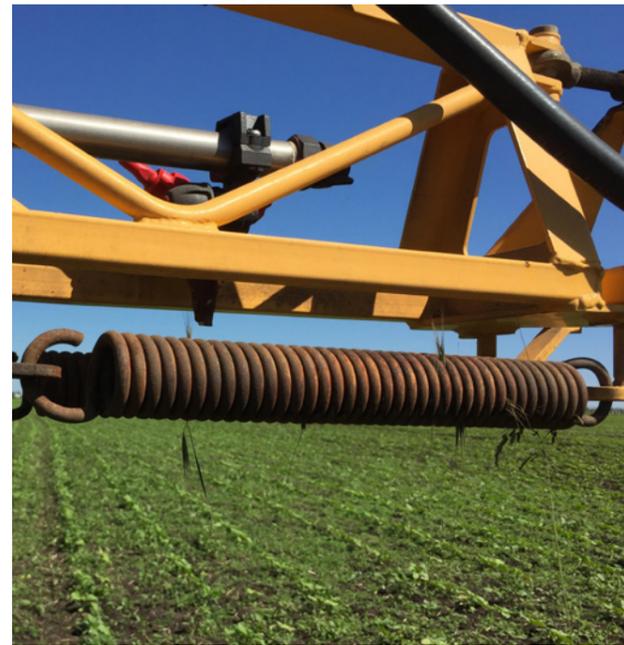
Данная конструкция необходима в хозяйствах, где широко применяются почвенные гербициды и есть необходимость вносить:

- ▶ на большой скорости 15–30 км/ч;
- ▶ при скорости ветра 7 м/с;
- ▶ объем рабочего раствора 400–800 л/га.



TwinSprayCap позволяет применять также гербициды, фунгициды и инсектициды на ранних стадиях развития культур. При использовании самоходной техники, которая способна обрабатывать на большой скорости большие площади, узким местом остается —

способность форсунки выдать необходимое количество рабочего раствора. Ведь потребность в быстрой обработке остается актуальной на фоне короткого, оптимального, периода для внесения СЗР. На высоких скоростях единицы форсунок способны качественно, в необходимом количестве, выдавать рабочий раствор. Чем выше скорость, тем количество жидкости, требуемое пропустить за единицу времени, больше, а размер отверстия должен иметь очень точную форму, чтобы распределение по всему периметру было одинаковым. При увеличении же самого выходного отверстия усложняется поддержания распределения по периметру. Количество рабочего раствора остается востребованным, в таком случае TwinSprayCap является одним из решений для внесения СЗР на большой скорости. В нем могут использоваться форсунки разных типов, однако, для объемного внесения и на высокой скорости, следует применять, ранее описанные, форсунки типа ID3. За счет их высоких антисносных свойств, данная форсунка самая подходящая для использования. При внесении на высоких скоростях, за счет сопротивления ветра, уже формируется воздушный поток, учитывая то, что сама обработка проводится в естественном ветре не менее 5 м/с, необходимость использования именно форсунок ID3 без всяких сомнений ■



Элементы конструкции штанги

### Практические рекомендации:

При использовании TwinSprayCap и двухфакельных форсунок IDTA и IDKT необходимо учитывать особенности конструкций штанги, как видно на фото ниже, в местах соединений к примеру. В случае, когда факел распыла форсунки попадает рабочим раствором на пружины или другие ниже висящие элементы конструкции штанги, в этом случае, следует применять удлинитель, который позволит посадочное место TwinSprayCap сделать ниже. На пути рабочего раствора до целевой поверхности не должно быть никаких препятствий. Но иногда на практике в силу особенностей конструкции штанги это невозможно. Пример на фото показывает что факел распыла попадает на пружину. Поэтому при использовании TwinSprayCap или двухфакельных форсунок надо это учитывать. В данном примере проблема решена при помощи адаптера-удлинителя.

## И еще немного о форсунках

Рекламные технологии все больше проникают и в сельское хозяйство. Как и в других отраслях, предлагаются форсунки, которые самые уникальные, самые эксклюзивные, самые сверхскоростные и т.д. На самом деле, как и везде, чудес не бывает. Создание распылителя — крайне сложная и дорогостоящая инженерная задача. Только аренда компьютерных программ для симуляции распыла, что важно при расчете параметров, стоит сотни тысяч евро в год, что практически само по себе дисквалифицирует все попытки производить их в Китае и Польше. По мнению специалистов, вряд ли стоит ожидать чего-то действительно нового и «прорывного» в этом направлении. Все, что предлагается под различными маркетинговыми ширмами, фактически является вариацией рассмотренных выше типов форсунок.

Основное направление маркетинговой работы — одно- и двухфакельные форсунки с различным углом отклонения факела распыла от вертикали. А при низкой скорости оказывается, что результат получается, как у обычной форсунки, который в 2–3 раза дешевле. Очень часто рекламируют якобы «высокоскоростные» форсунки. Однако то, что у нас рекламируется для работы на высоких скоростях, на Западе предлагается гораздо более осторожно. Как правило, пишут, что «новые форсунки показали себя не хуже или на уровне участвовавших в испытании форсунок других типов». Среди «маркетинговых чудес с волшебным углом отклонения факела распыла» есть и щелевые форсунки. В Западной Европе при +15...18 °С работать они будут, но для наших условий малопригодны.

Прежде, чем поддаваться рекламе, попробуйте понять, к какому типу форсунок относится то, что предлагают. Для каких культур и препаратов создавались? С каким давлением надо работать? Где недостаточно эффективны? Есть ли результаты опытов и практического применения, особенно при температуре +25...30 °С, или только рекламный рисунок, сделанный на компьютере?

Четкий признак: если объяснения продавца вам малопонятны, невозможно понять, к какому типу относится форсунка, вас отсылают (фактически посылают) самому разбираться в каталогах — увы, вряд ли продавец и сам понимает, что предлагает. Ну, а если уж приобрели (или получили в подарок) — проверьте эффективность вначале на небольшом участке поля. Предлагаются у нас и дешевые форсунки. Иногда ставят их на новые опрыскиватели, чтобы хоть как-то снизить цену. Как правило, это производство малоизвестных компаний или компаний, не специализирующихся на форсунках высокой точности.

Большинство из представленных на рынке моделей такого происхождения даже не сертифицированы для рынка Германии по причине недостатков в качестве и точности. Дело в том, что для получения такого допуска, форсунки должны пройти испытания в течение целого года, где независимые государственные организации тестируют их на предмет равномерности распределения раствора, характеристик спектра капель и многих других параметров. Кроме того, все опрыскиватели в Германии проходят раз в три года технический осмотр, где распылителям уделяется особое внимание. Это влечет за собой жесточайший контроль качества производства со всеми вытекающими отсюда последствиями — привлечением дорогостоящего оборудования, как лазерный анализатор спектра капель — 600–700 тыс. евро, стенд тестирования равномерности поперечного распределения раствора за 200 тыс. евро. Нужны высококачественные полимеры (пластики), дорогие пресс-формы с ограниченной производительностью, очень жесткий контроль на всех стадиях производства (а значит и браковка партий) — а это высокие затраты и тщательный отбор персонала. Мы знакомы с методами производства дешевых форсунок. Форсунки из пресс-формы отправляются непосредственно на склад и дальше заказчику. Это означает, что не только заказчик не знает, что он покупает, но даже сам производитель не знает, что он продает.

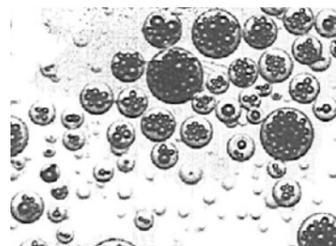
**Так что будьте бдительны — не гонитесь за дешевизной! Внимательно проверяйте комплектацию техники при покупке. Проведите расчет на калькуляторе Lechler, производитель опрыскивателя, который устанавливал форсунки на опрыскиватель, он не знает, с какой скоростью будете ездить вы, какие СЗР вы вносите и какие условия для обработки на ваших полях. Сэкономив несколько сотен евро при покупке форсунок, это выльется в прямую потерю эффективности на всей площади хозяйства и у всех препаратов. Берите проверенные качественные распылители известных производителей, ведь качественная форсунка имеет затратную часть на га не более 0,05 евро. Найти эффективный препарат, который бы стоил в такую же цену на га — невозможно ■**

## Принципиальное различие между щелевыми и инжекторными форсунками

В щелевой форсунке разделение потока жидкости на капли происходит после того, как жидкость прошла грань сопла. Спектр капель сильно зависит от рабочего давления, и он очень неоднороден, то есть в достаточно большом количестве присутствуют как крупные, так и очень мелкие капли. При повышении давления спектр смещается в сторону мелких и очень мелких капель. При оптимальных (погодных) условиях работы мелкие капли необходимы, так как они равномернее покрывают поверхность листьев на культуре, с малой листовой поверхностью, что важно при работе с контактными препаратами на растениях без опушенности листьев. Но есть и недостатки: например, низкая способность проникновения внутрь стеблестоя. При отсутствии идеальных погодных условий работа с щелевыми форсунками имеет массу недостатков и влечет за собой большие потери рабочего раствора за счет сноса и быстрому испарению мелких капель. В наших климатических условиях это сильно отражается на эффективности в опрыскивания в

сравнении с Европой и, в частности, в Германией. В регионах с континентальным или даже резко континентальным климатом, характерным для многих регионов СНГ (за исключением расположенных вблизи морей), влажность воздуха в среднем значительно ниже, чем в европейских странах, окруженных морями, такими, как Англия. А это существенно увеличивает потери из-за испарения и сноса.

Инжекторные форсунки позволяют снять часть рассмотренных ранее вопросов. Из-за того, что смешивание жидкости с воздухом происходит внутри форсунки, спектр капель более однороден и менее подвержен колебаниям. Он более однородный и содержит большое количество крупных капель,двигающихся с большой скоростью, что дополнительно сокращает время нахождения капли в полете, увеличивает степень проникновения внутрь стеблестоя и снижает потери, что благоприятно сказывается на конечном результате.



Фотография пузырьков в каплях



Принцип работы инжекторной форсунки



Фотография факела распыла IDTA

**Практический опыт, как западных хозяйств, так и отечественных, показывает: инвестиции в более высокие технологии (инжекторные форсунки) оправдываются быстрее, чем обычно предполагают. Это объясняется минимизацией потерь при использовании инжекторных форсунок. Благодаря элементарному испарению, часть капель с СЗР не попадает на растения, и она может быть достаточно велика.**



Снос при использовании разных типов форсунок. Слева на штанге щелевые форсунки ST со сносом, справа инжекторные IDKT без сноса рабочего раствора

### Схема применения форсунок для опрыскивания полевых культур

| Относительная влажность | Испарение капель медианно-объемного диаметра в 200 мкм, выраженное в процентах в зависимости от проходимой дистанции |       |        |        |        |
|-------------------------|--|-------|--------|--------|--------|
|                         | 20 %   | 40 %  | 60 %   | 80 %   | 100 %  |
| 0 % (теоретически)      | 0,9 м  | 1,9 м | 3,0 м  | 4,3 м  | 5,8 м  |
| 60 %                    | 1,2 м  | 2,6 м | 4,1 м  | 5,8 м  | 7,7 м  |
| 90 %                    | 4,0 м  | 8,5 м | 13,3 м | 19,0 м | 25,0 м |

#### Как понимать значения в этой таблице и что это означает конкретно на практике?

Рассмотрим один вариант для примера. Предположим, обработка ведется при относительной влажности 60 %, то есть в пределах оптимального режима. Тогда 60 % капель, которые меньше или равны по размеру 200 микрон, испарятся, пролетев 4,1 метра. «Прекрасно, — может по праву сказать агроном. — Я работаю на высоте 0,5 метра от культуры — потери в пределах допустимого, то есть, судя по таблице, максимум 10 %». Теоретически — можно быть спокойным, если бы не одно но. Относительной влажности в 60 % в летнюю пору можно ожидать скорее только ночью. На практике — это 35–45 %, а в полдень и того меньше. Мало того, в виду описанных ранее явлений, мелкие капли вовсе не 50 см находятся в пути, прежде чем оседают в культуру, а порой несколько метров. Тогда получается совсем

другая картина. Если говорить о крайностях, то при влажности воздуха в 30–40 % все капли диаметром меньше 200 мкм, а это половина рабочего раствора в данном случае, испарятся, пролетев менее 6–7 метров. Более того, мелкие капли, даже попав на растение, часто испаряются в течение нескольких секунд, не проникнув внутрь растений (попав на опушенную, покрытую толстым восковым слоем или запыленную поверхность листа, часть от них зависнет в воздухе от восходящего потока, у капель будет еще больше времени для испарения, т.к. скорость проникновения внутрь растений резко замедлится). Если не соблюдать правильную высоту штанги, установив ее выше заданной, и работать при ветре более 1 м/с со щелевым распылителем, это и происходит чаще всего. Что означает в финансовом плане потеря более 50 % закупленных СЗР, каждое хозяйство может посчитать, зная свои расходы в этой области ■

## Что означает цвет и номер форсунки?

На семинарах мы часто задаем вопрос: какого цвета Ваш опрыскиватель? Большинство участников (зачастую с гордостью) называют цвет и производителя опрыскивателя. Тогда звучит следующий вопрос: а какого цвета распылители на Вашем опрыскивателе? Ответ получаем нечасто. А ведь тип и цвет (номер) распылителя гораздо важнее для качества опрыскивания, чем цвет бочки.

Довольно часто считают, что цвет и номер распылителя означает размер капель, которые он дает. Косвенно это так, однако распылители одного номера/цвета, но разных типов при одинаковом давлении дадут разный средний размер капель. В действительности цвет/номер распылителя означает только одно: расход воды в минуту при определенном давлении. Объемный расход распылителей кодируется с помощью международной цветовой маркировки в соответствии с нормами ISO. К примеру, размер 05 (коричневый цвет) означает, что при давлении в 40PSI (2,81 бар) расход составляет 0,5 американских галлонов в минуту (соответственно, 1,89 л/мин). Или в переводе на европейские единицы измерения — 1,94 л/мин при 3,0 бар.

**ВНИМАНИЕ!** Эту маркировку используют не все производители распылителей (к примеру, ALBUZ пользуется собственной!).

Соответственно, чем больше номер форсунки (иногда вместо номера говорят калибр форсунки), тем больше расход воды и тем больше средний размер капель при одинаковом давлении у форсунок одного типа. В СНГ чаще всего применяют форсунки № 03 (синий), № 04 (красный) и № 05 (коричневый). Форсунки №№ 01–025 дают слишком мелкие капли, и хотя являются оптимальными для внесения контактных препаратов при маленькой листовой поверхности, применять их можно фактически только в безветренную погоду и при температуре менее +18...+20 °С и влажности более 60 %. Из-за большого количества мелких капель в спектре они сильно подвержены сносу и испарению.

Форсунки других цветов/калибров должны применяться осознанно и при наличии личного практического опыта.

Никогда не ставьте форсунки, которые случайно увидели на выставке или у фермера в зарубежной

поездке, если не знаете, для чего они, не выяснили все особенности их применения на разных культурах, в разных фазах и в разных погодных условиях. Конкретный пример — их могли применять для внесения фунгицидов с 4 до 7 часов утра при температуре +15 °С и влажности 70 % (продаются). При этом фунгицид вносился дважды с интервалом 3 дня (на площади 40–50 га со скоростью 5 км/ч, это возможно и, довольно часто, так и делают). Поэтому и поставили форсунки калибра 015 для малого расхода рабочего раствора.

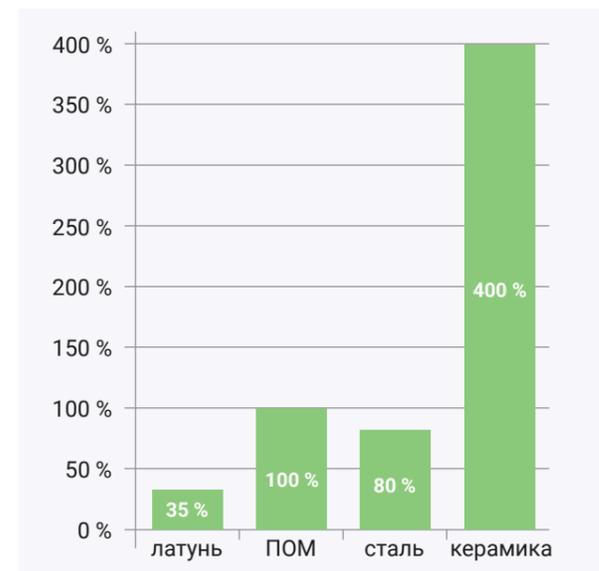
### Соответствие калибров и цветов форсунок

| Калибр | Цвет       | Расход л/мин при 3 атм. |   |
|--------|------------|-------------------------|---|
| 01     | оранжевый  | 0,39                    |    |
| 015    | зеленый    | 0,59                    |    |
| 02     | желтый     | 0,80                    |    |
| 025    | лиловый    | 0,99                    |    |
| 03     | синий      | 1,19                    |   |
| 04     | красный    | 1,58                    |  |
| 05     | коричневый | 1,97                    |  |
| 06     | серый      | 2,36                    |  |
| 08     | белый      | 3,16                    |  |
| 10     | голубой    | 3,86                    |  |
| 15     | салатовый  | 6,12                    |  |
| 20     | черный     | 7,72                    |  |



## Износостойкость

Как правило, на семинарах большинство участников дружно голосуют за распылители с керамикой. Да, действительно, они более устойчивы к износу, связанному с абразивностью раствора. Поскольку износ зависит от многих факторов при эксплуатации (давление, абразивность раствора, материал распылителя, образование налета за счет кристаллизации компонентов раствора), точно обозначить ресурс форсунки невозможно. Поэтому ресурсы форсунок указываются относительно друг друга: если взять ресурс полимерной форсунки за 100 %, то остальные форсунки служат приблизительно в соответствии с данными, указанными в нижеследующей диаграмме. Теоретически ресурс полимерной форсунки может доходить при ширине штанги 36 м до 5 000 га, а керамического — до 20 000 га, но при должном уходе за форсунками.



В реальности, когда такой интенсивный уход зачастую не проводится, ресурс снижается до 50 часов работы (неделя) из-за образования налета, который разъедает материал и изменяет геометрию камеры распыла. Скорость образования налета не зависит от материала форсунок и одинаково быстро происходит у полимерных и керамических форсунок. Обязательным условием является установка фильтров на форсунки и на магистраль фильтра сечением, необходимым для форсунки. Это будет предупреждать засорению самих форсунок и, соответственно, уходом за ней. В этом случае чистить ее сопло нет потребности, все будет оставаться на фильтре, который прочистить очень просто промыванием.

### Практические рекомендации:

проверьте калибр/цвет форсунок на Ваших опрыскивателях. Они должны быть (для IDK и давления 3 бар., в зависимости от скорости 6–12 км/ч):

- ▶ синими (03) для норм расхода рабочего раствора около 120–240 л/га (для работы в погодных условиях, близких к оптимальным);
- ▶ красными (04) для норм расхода около 150–350 л/га (как правило, для работы в сухую, жаркую или ветреную погоду с повышенным расходом рабочего раствора, увеличенным размером капель при пониженном давлении);
- ▶ 06–08 серый, белый соответственно, для норм расхода 200–400 л/га (как правило, для почвенных гербицидов, фунгицидов/инсектицидов на овощных и технических культурах, либо для работы на повышенных скоростях).

Попытка внести теми же форсунками гербициды в полдень при температуре за +30 °С на густых перерастающих посевах зерновых или подсолнечнике даст низкую эффективность препарата или скорее ее отсутствие. Ведь он просто не попадет внутрь стеблестоя на сорняки: капли мелкие, и при низкой влажности (30–40 %) они испарятся меньше, чем за 10–15 секунд, не успев проникнуть в сорное растение.

Обязательно при подборе форсунки нужно выяснить, какой размер капли она будет вам выдавать при этом давлении. Только по цвету форсунки это определить невозможно ■

## Материал форсунки

На рынке имеются форсунки разных типов: керамические (а точнее, с керамическим соплом и/или сердцевинкой), полимерные (из полиоксиметилена — ПОМ или поливинилиденфлуорида — ПВДФ), а также из нержавеющей стали (у нас они — редкость, но их очень любят фермеры в США) или латуни (они ставятся на ручные опрыскиватели). И хотя чаще всего говорят, что лучше всего керамические в реальных производственных условиях все не так однозначно ■

## Почему износ форсунок является проблемой?

Использование изношенных распылителей приводит к неравномерному внесению рабочего раствора. Как видно на рисунке, распределение рабочего раствора при использовании изношенных или поврежденных распылителей крайне неравномерно. Причем определить визуально, только по факелу распыла, это невозможно, следует заменить весь набор форсунок. На фото изображен стенд для определения профиля распределения раствора — это самый точный метод определения степени износа. Результаты измерений могут быть достаточно впечатляющими. Учитывая, что вариационный коэффициент у новой высококачественной форсунки находится в пределах 3–6 %, у изношенных он может составлять 50–60 %. Естественно, при таких колебаниях эффективность внесения СЗР резко снижается, поскольку вносят на 30–60 % меньше или больше, чем требуется. Использование «старых», изношенных, форсунок не может обеспечить равномерного внесения препаратов, это приводит к тому, что поле становится «полосатым»: часть полос остается с сорняками (где препарат внесен недостаточно), остальные полосы —



«чистые» из-за передозировки препарата. Кроме того, из-за передозировки препарата возможно токсичное действие на культуру так и на последующую в севообороте, например, препаратов с кломазон, имазапир, хлоримурон-етил, пр. Таким образом, очень важно своевременно менять форсунок в соответствии со сроком их службы (до износа выше 10 %).

### Отличия в распылении



Износ отверстия форсунки приводит к неправильному распределению смеси. Коэффициент вариации (КВ) высокий.



Распределение рабочего раствора, через каждые 5 см. Изношенные форсунки.

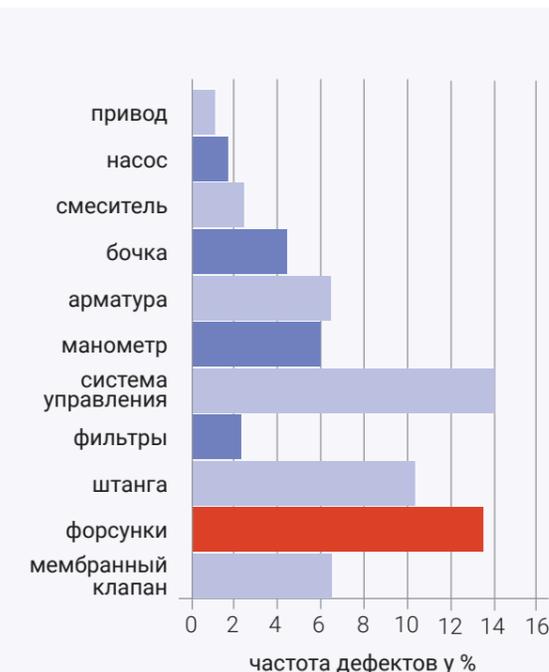
Срок службы форсунки зависит от материала, из которого он изготовлен, от давления, абразивности раствора. Поэтому нельзя предложить единые временные интервалы для замены форсунок. В ряде стран Европы проверка работы форсунок и проведение техосмотра (как у автомобилей) опрыскивателя является обязательной практикой. Для проверки существуют специальные стенды, позволяющие определить профиль распределения рабочего раствора. Данный стенд стоит 30.000 €, сумма, которую может себе позволить потратить каждое крупное хозяйство, холдинг, что бы после экономить сотни тысяч € на препаратах.



На фото видна передвижная каретка со встроенными сенсорами, измеряющая поперечное распределение подобно стационарному стенду. Визуально все форсунки работают, и, вероятнее всего, компьютер опрыскивателя покажет правильный расход рабочего раствора, но попадет препарат на поле крайне неравномерно, как это было изображено на предыдущей странице. Проверка такого рода очень важна. Существующие статистические данные показывают, что львиная доля неисправностей опрыскивателей, обнаруженных при техосмотре, приходится на форсунки.

Эффективность работы любого опрыскивателя (включая самые дорогие, самоходные) резко снижается, когда пренебрегают элементарной своевременной заменой форсунок, стоимость которых мизерна и просто несопоставима со стоимостью как опрыскивателя, так и препаратов.

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!** Наибольшее количество неисправностей опрыскивателей всех типов связано с форсунками. Наибольшее число неисправностей форсунок находят у самоходных опрыскивателей. К сожалению, это общая тенденция: чем дороже опрыскиватель, тем меньше внимания обращают на такие простые вещи, как регулярная замена форсунок и регулировка всех систем.



На графике приведено относительное сравнение количества неисправностей, зарегистрированных при техническом осмотре опрыскивателей в Германии в 2013 году. Сравнение количества неисправностей, выявленных при техосмотре опрыскивателей в ФРГ.

### Практические рекомендации:

После покупки опрыскивателя проверьте, какого типа форсунки установлены, а затем проведите расчет на калькуляторе Lechler, введя показатели скорости и нормы расхода рабочего раствора. После этого сверьте тип форсунок. Очень часто тип форсунок, которые устанавливаются на опрыскивателе, для того чтобы показать, что сам опрыскиватель работает, но ничего общего с нормами и планируемой скоростью работы нет.

Дорогой и самоходный опрыскиватель не отменяет законов физики, и заниматься его техническим обслуживанием и регулировкой надо тщательнее, чем простых прицепных. Эффективность препаратов чаще всего будет определяться не стоимостью опрыскивателя, а типом и износом форсунок — одной из самых его дешевых частей ■

## Диагностика износа форсунок

Основная проблема использования изношенных форсунок — это неравномерность распределения рабочего раствора. Для предупреждения неравномерного распределения препарата на поле необходимо проводить диагностику износа форсунок. Существует два вида износа: засорение налетом и «растачивание» сопла абразивными растворами. Если первый можно замедлить частой промывкой, то второй неизбежен и является естественным. Засоренная налетом и/или изношенная форсунка восстановлению не подлежит, ее надо обязательно менять, и весь комплект — на новый.

Насколько «расточена» форсунка, можно определить с помощью мерного стакана, монометра с переходником и секундомера. Замерьте, сколько воды выливается из форсунки за 60 секунд при давлении в 3 бара и сравните с данными в таблице «Соответствие калибров и цветов» (можно и за меньшее время — только, соответственно, надо уменьшить плановый расход воды). Если показания отличаются более чем на 10 %, то форсунку необходимо заменить. При этом если две и более форсунок на штанге изношены, то это прямой сигнал о проблемах с износом. Замена только пары изношенных форсунок потенциально вызывает серьезные проблемы с форсунками — надо менять весь комплект форсунок на штангах, если изношены хотя бы 2 форсунок на штанге. Еще один возможный вариант — полностью забитая форсунка, как на фото. Тут инструментальной диагностики не требуется — надо менять весь комплект на штанге и более ответственно подойти к выбору размера фильтрующей сетки в фильтре ■



Монометр с адаптером



*"Закоксованный" распылитель – орпыскиватель не промыли после обработки фунгицидом.*

## Уход за форсунками

Одним из условий продления срока службы форсунок является правильный уход. Рекомендации по уходу за форсунками очень просты:

- ▶ Во избежание накопления отложений тщательно промывать форсунки щелочным раствором ежедневно по окончании опрыскивания. Это уменьшает износ за счет снижения кристаллизации раствора, которая ускоряется при температуре выше +25 °С. Как минимум — промойте сразу после работы форсунки на штанге водой под давлением. Это, конечно, не заменит промывки снятых форсунок щелочным раствором, но хотя бы немного продлит срок их службы.
- ▶ Категорически запрещено использовать для прочистки металлические предметы. Существуют специальные щетки для очистки форсунок (можно воспользоваться зубными щетками).
- ▶ Форсунки после сезона нужно демонтировать и прочистить (если они по результатам проверки могут быть использованы в следующем сезоне). Форсуночные фильтры рекомендуется проверять ежедневно и при необходимости промывать. Перед очисткой поддержать их в воде для размягчения отложений. Очищать только мягкой щеткой (проще всего зубной щеткой). Различные СЗР также в разной степени влияют на быстроту износа оборудования опрыскивателя. Из инструкции к опрыскивателю Amazone, глава «Очистка полевого опрыскивателя»: «Срок службы опрыскивателя зависит в значительной степени от продолжительности воздействия применяемого химвещества. Делайте продолжительность воздействия как можно короче, например, посредством ежедневной очистки после окончания опрыскивания. Рабочая смесь не должна без необходимости долгое время находиться в резервуаре опрыскивателя».

## Практические рекомендации:

Что делать, если препарат в бочке остался, а работа завершена? Разбавьте остатки рабочего раствора в бочке водой (желательно в пропорции 1 часть рабочего раствора к 10 частям воды) и внесите его на поле по возможности с низким давлением, чтобы капли стекли с растений (если опрыскиватель с компьютером либо задайте стандартно низкое давление на компьютере — просто снизьте скорость, компьютер снизит давление и размер капель увеличится). Т.е. будет внесено +10 % к норме препарата, что сможет выдержать любая культура для большинства препаратов, если норма внесения не была превышена. Тем не менее, учитывайте тип действующего вещества, и его влияние на последующие культуры в севообороте, т.к. при передозировке некоторые культуры у вас на этом участке расти не смогут.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕКОМЕНДАЦИЯ ДЛЯ ВСЕХ ПРЕПАРАТОВ:

вносить их немедленно после приготовления рабочего раствора, поскольку в зависимости от качества воды и наличия других препаратов в смеси скорость разложения пестицидов в рабочем растворе может меняться в несколько раз. Никогда не оставляйте остатки рабочего раствора в бочке на ночь (особенно при обработке свеклы — бетанальной группы, а тем более их некачественные копии особенно агрессивны для оснастки опрыскивателя). Наряду с разложением препаратов и потерей эффективности в растворе может образоваться осадок. Он также образовывается в трубопроводах. Тогда придется не только чистить бочку, но и менять многие фильтры и шланги. Мы также сталкивались со случаями, когда из-за токсичности остатки дешевых препаратов растворяли (в буквальном смысле) пластиковую оснастку опрыскивателя (шланги и т.д.) ■

## Подбор фильтров

В каталоге Lechler для каждого размера по каждому типу распылителей есть так же рекомендации по применению индивидуального фильтра. Для форсунки ID 120-015...04 рекомендуется применять фильтр на 60 Мэш (количество ячеек на квадратный дюйм), для типоразмеров 05...08 — 25 М.

Для всех форсунок IDTA, кроме 02 — индивидуальный фильтр на 60 Мэш, а для 02 — 80 М. С трудом верится, что индивидуальные фильтры в большинстве хозяйств остаются на своих местах до конца первого сезона. Их выкидают, что бы «не мешали» работать.

В связи с этим, так как фильтрация должна перед форсунками состояться в любом случае, мы рекомендуем поставить один единственный фильтр и его чистить каждый день. Это фильтр тонкой очистки на напорной магистрали. Подобрать его достаточно просто: взять следующий ISO размер. Т.е. для форсунки ID 120-03 и IDTA 120-06 поставить фильтрующий элемент напорного фильтра на (60 М + 1 ISO размер = ) 80 М, а для ID 120-01 и IDTA 120-02 — на 100 Мэш.

**Забегая наперед, мы ответим на очень важный вопрос из практики: а можно ли уменьшит норму рабочего раствора до 100...50 л/га (и при этом ездить по полю со скоростью 20-30 км/ч, при температуре 30°+ и влажности воздуха 30 % — и работать изношенными щелевыми форсунками — уж лучше вообще ничего не делать в таком случае)?**

Как вы знаете, а если еще нет, то поинтересуйтесь у вашего представителя СЗР, из чего состоит гербицид? — Это кристаллы крупного помола. А следовательно, если производители СЗР на своих тарных упаковках указывают 200-300 л /га форсунками с фильтрами на 60 М, а кто-то в целях экономии времени из-за нехватки техники и персонала (мы называем все это «успокоением» совести, так как все проблемы решаемы, если сложившуюся ситуацию так обозначить и иметь желание, решив ее, улучшить экономические показатели предприятия) решает перейти на заниженную норму в 2...n раз, то, кроме всех физических воздействий ветра, температуры, влажности на капли меньшего размера (т.к. крупные будут не в состоянии нанести равномерно препарат с хорошей степенью покрытия всей обрабатываемой поверхности), и при правильном подборе фильтров (меньше л/га => меньшего типа размера форсунки => меньшего размера ячейки фильтров) определенная часть действующего вещества, в виде кристаллов крупного помола, будет оседать на фильтрах.

## Практические рекомендации:

- ▶ Поставить фильтр тонкой очистки на 80 М
- ▶ Не уменьшать норму вылива

## Рекомендации по промывке опрыскивателя

Несмотря на то что у современных опрыскивателей есть компьютерные программы промывки, промывать опрыскиватель надо только по рекомендациям производителя СЗР. Внимание! Используя 50 л или 500 л воды невозможно промыть опрыскиватель с 2–3-тонной бочкой!

После завершения обработки, особенно гербицидами, необходимо тщательно промыть опрыскиватель, так как даже небольшое количество гербицида, оставшееся в нем, может нанести вред некоторым восприимчивым культурам при их последующем опрыскивании.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК ОЧИСТКИ

(прописан в тарной этикетке на каждой банке или упаковке любого препарата). Для очистки после обработки сульфонилмочевинными гербицидами необходимо:

1. Опорожнить бак. Промыть бак, штангу и шланги чистой водой в течение 10 минут. Вновь опорожнить бак.
2. Наполнить бак чистой водой и добавить достаточное количество раствора бытового аммиака до концентрации 1% (1 литр бытового аммиака на 100 литров промывочной воды). Промыть шланги, штангу и форсунки промывочным раствором. Запустить мешалку на 15 минут. Снова промыть шланги, штангу и форсунки промывочным раствором и затем слить его из бака.
3. Снять и промыть форсунки и сетки.
4. Повторить операцию п. 2.
5. Промыть бак, штангу и форсунки чистой водой. Никогда не выливайте использованную воду в водоемы и канализационную систему!

### Не жадничайте и не спешите. Выполнение пункта 4 действительно необходимо!

Если Вы работаете с овощными прибыльными культурами, желательно проделать операцию п.2 трижды, а п.5 дважды, это дополнительная гарантия отсутствия остатков препарата. Практические опыты с замером количества остатков показывают: лишняя промывка никогда не помешает. Промывка опрыскивателя — процесс важный. Выделите для него достаточно времени. Обязательно очистите опрыскиватель струей воды под давлением

снаружи — смойте остатки препаратов, особенно на штангах, под бочкой и грязь на форсунках. Грязь на инжекторных форсунках может забивать отверстие для забора воздуха, тем самым нарушая работу форсунки.



Грязь в баке опрыскивателя через 3 недели работ



Автоматическая промывка штанги снаружи

Похожие рекомендации приведены в тарных этикетках ВСЕХ СЗР, а не только сульфонилмочевинных гербицидов. Перед применением внимательно прочитайте тарную этикетку препарата и четко следуйте инструкциям. Большинство вопросов по применению СЗР связаны именно с нарушениями регламента применения препарата, т.е. с простым несоблюдением рекомендаций производителя. Регулярно (раз в неделю) заглядывайте в бак опрыскивателя. Иначе через пару недель там может быть картина, как на фото. За рубежом есть специальные жидкости для промывки опрыскивателей (например, All Clear Extra и пр.), которые позволяют снизить расход воды для промывки. Из интересного: появились модели с системой автоматической промывки внешней поверхности штанги (разработка компании «Amazon» при поддержке фирмы Lechler) ■

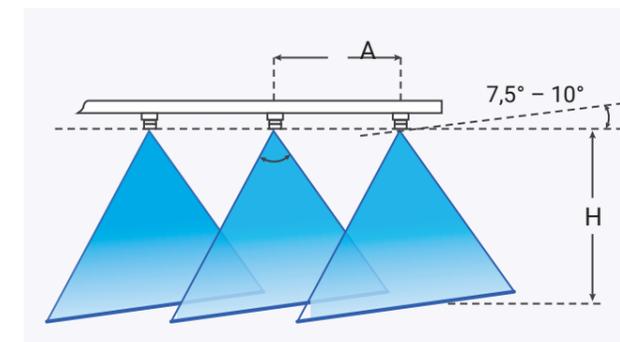
## Влияние внешних факторов на качество опрыскивания. Высота штанги и ее колебание

Высота штанги опрыскивателя и ее колебания — это один из определяющих факторов качества опрыскивания, который сильно недооценивается. Кроме того, на равномерность распределения оказывает влияние снос ветром распыляемой жидкости. Очевидно, что неровности микрорельефа почвы, влияющие на положение форсунок относительно обрабатываемой поверхности, а также степень воздействия турбулентных потоков воздуха при порывах ветра на диспергируемую рабочую жидкость учесть весьма затруднительно. Колебания штанги можно подразделить на 2 вида — в горизонтальной плоскости, когда меняется скорость трактора (пока их предотвратить невозможно) и в вертикальной плоскости — с ними уже можно бороться за счет систем поддержания высоты штанг (механических и с применением электронных датчиков высоты штанги).

### Почему правильная высота штанги так важна?

При изменении высоты штанги всего на 10 см — например, опрыскиватель колесом попал в яму, наехал на камень, попал в колею либо работает фунгицидами на участке с более низким стеблестоем, чем при настройке — норма расхода в зоне перекрытия факелов распыла увеличивается на 40 %, а в остальной зоне снижается на 30 %. Данный факт приводит к снижению урожайности из-за недостаточного контроля сорняков в местах, где препарата попало меньше эффективной рабочей нормы, и возможной токсичности из-за передозировки. Особенно сильно влияние высоты штанги проявляется при работе сниженными и минимальными нормами препаратов. Кроме того, увеличение высоты штанги всего на 10 см увеличивает в 2 раза потери препарата из-за сноса, которые дополнительно увеличиваются при сильном ветре. Если сложить возможные отклонения в фактической норме расхода за счет износа форсунок и отклонения при колебаниях штанги, в результате получаем возможное общее отклонение в 2 раза от заданной нормы расхода. Такая ситуация возможна на любых, даже новых и дорогих опрыскивателях, особенно когда там стоят щелевые форсунки (она определяется законами физики). Кроме того, к этой сумме следует прибавить скорость ветра, колебания скорости трактора, работы насоса и регулятора давления, неточностей при дозировке и недостаточном смешивании и т.д. Это, кстати, одна из причин, по которой мы весьма скептически относимся

к рекомендациям по снижению норм расхода пестицидов, ниже зарегистрированных.



Эти явления очень четко проявляются при работе в «пограничных» режимах, то есть на перерастающих сорняках и культурах, на высоких скоростях (колебания штанги значительно усиливаются при увеличении скорости), при высокой температуре воздуха, с низкими нормами расхода препаратов и рабочего раствора. Возникает вопрос: какой должна быть высота штанги и чем она определяется? Идеальной считается высота штанги, при которой пересечение факелов распыла происходит на середине расстояния между штангой и почвой см. рисунок (вернее, уровнем обрабатываемой поверхности). Высота штанги определяется фактически углом распыла форсунки: чем больше угол распыла, тем меньше высота штанги над обрабатываемой поверхностью. Для каждого угла распыла существует оптимальная, минимальная и максимальная высота штанги. Ниже представлена таблица для определения высоты штанги в зависимости от угла распыла и типа форсунки. Угол распыла указывается на каждой форсунке в ее маркировке:

| Расстояние между форсунками | Плоскоструйные форсунки           |                       |          |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------|
|                             | IDK/IDKT/<br>IDTA/<br>ST 110-120° | ID/IDK/<br>ST 80- 90° | PRE 130° |
| 0,5 м                       | 40–50–60                          | 60–75–90              | 50–70    |
| 0,38 м                      | 30–50                             | 40–70                 | 30–50    |
| 0,25 м                      | 20–30                             | 30–45                 | -        |

Для форсунок с углом распыла 110°–120° (скорее всего на Вашем опрыскивателе именно такие форсунки) оптимальная высота штанги 50 см. Высоту измеряют до обрабатываемой поверхности. Для гербицидов это уровень верхушки сорняков или культурного растения.

Если они разной высоты, то рекомендуется учитывать их среднюю высоту при определении расстояния до сорняка. В случае применения фунгицидов на зерновых культурах высота определяется до верхнего уровня растений/колоса. Иногда высоту немного снижают (до 30–40 см), например, при обработке подсолнечника фунгицидами, когда желательнее максимально покрыть стебель и листья, а также при обработке гербицидами зерновых после кущения (чтобы «пробить» стеблестой).

Становится ясно, в чем одна из сложностей работы гербицидами по зерновым после кущения в стадии выхода в трубку. С одной стороны, сорняки находятся на уровне почвы и надо ориентироваться на них по высоте штанги, с другой — зерновые уже имеют высоту 15–20–25 см и значительная часть рабочего раствора попадает не на сорняки, а на зерновые. Эта ситуация особенно усугубляется при высокой скорости опрыскивателя или при попытке использовать двухфакельные форсунки (см. далее). К тому же, как правило, сорняки при этом уже переросшие. Таким образом, не следует выполнять опрыскивание на высоте большей, чем рекомендовано производителем форсунок, однако важно, чтобы высота не была меньше минимальной рекомендуемой высоты.

**ВАЖНО!** Высоту штанги нельзя менять произвольно, она всегда должна быть в рамках рекомендаций.

Зачастую ошибочно пытаются сильно снижать высоту штанги ниже рекомендованной при усиливающемся ветре. Высоту можно немного снизить при усиливающемся ветре, однако, она должна остаться в пределах, рекомендованных производителем. При возникновении таких ситуаций следует: снизить скорость движения трактора, снизить давление, поставить форсунку большего калибра и отказаться от применения щелевых форсунок, переходя на инжекторные, например IDTA, ID3, инжекторные, снижающие дрейф. Особенно примечательно то, что очень часто в рекламных проспектах (как техники, так и пестицидов) наглядно видны ошибки в высоте

штанги. Это не транспортное положение. Именно с такой высотой штанги и работали 2 сезона. При настройке опрыскивателя не затянули пружины балансирующего механизма.



### Колебания высоты штанги при движении

Штанга стала раскачиваться при движении и «пахать» краями землю. Вместо регулировки ее просто подняли и работали на высоте около 1,5 метров. Кроме потерь за счет сноса — за бочкой образовывалась полоса разрежения, и раствор затягивало к бочке с краев штанги. При работе с жидкими азотными удобрениями это привело к полосам растений с ожогами за бочкой — из-за «затягивания» раствора в зону разрежения за бочкой (она всегда образуется при движении, особенно на высокой скорости) произошла передозировка удобрений.

### Практические рекомендации:

Присутствуйте при настройке опрыскивателя. Возьмите телефоны продавца и механиков, кстати, они должны сделать инструктаж для механизатора. Вызывайте представителя продавца во время гарантийного срока при возникновении вопросов. Сделайте для себя копию инструкции к опрыскивателю, иначе она потеряется через пару недель. Разъясните механизатору важность правильной высоты штанги. Контролируйте ее как можно чаще.

Как минимизировать проблему колебаний высоты штанги?

При выборе опрыскивателя выбирайте модели с хорошими механизмами компенсации колебаний. Покупайте опрыскиватели в комплектации с ультразвуковыми датчиками высоты и автоматической регулировкой высоты штанги — это одна из немногих опций, которую мы настоятельно рекомендуем при комплектации опрыскивателя ■

## Влияние скорости движения на качество опрыскивания

Как Вы думаете, на какой максимальной скорости можно проводить опрыскивание? Сейчас очень часто рекламируют в проспектах возможность работы опрыскивателей на скоростях до 30 км/ч, делают таблицы для расхода жидкости распылителями для таких же скоростей. Увы, таблицы считают по формулам, а в поле все гораздо сложнее. Современные опрыскиватели позволяют установить настройки и теоретически работать со скоростью более 20 км/ч. Однако на практике это сложно реализуемо (без правильно подобранных форсунок) из-за ограничений, обусловленных законами физики. Максимально возможной из-за возникающих турбулентных потоков за опрыскивателем считается скорость 25 км/ч, для СЗР по вегетации, для внесения КАС и почвенных гербицидов скорость можно увеличивать. Официальные рекомендации производителей форсунок касательно скорости движения опрыскивателя довольно жесткие: для щелевых распылителей — до 5–6 км/ч, инжекторных — до 8–10 км/ч (в последнее время стали говорить о скоростях более 12 км/ч, но все-таки больше 16 км/ч не отваживаются рекомендовать). При этом при выборе оптимальной скорости необходимо исходить из нескольких факторов:

1. Свойства СЗР — рекомендуемый расход рабочего раствора, л/га.
2. Давление, которое может обеспечить опрыскиватель.
3. Ветер.
4. Тип форсунки.

**Пример:** Если необходимо вносить 200 л/га, а давление, выдаваемое опрыскивателем, составляет 4 бар, и инжекторная форсунка установлена 03-го калибра, то скорость движения должна быть 8 км/ч. При этом надо учитывать, что те же самые 200 л/га со щелевой форсункой 03-го калибра, при скорости 8 км/ч будут распыляться с гораздо меньшими каплями. Соответственно, необходимо менять калибр форсунки, иначе опасность сноса увеличивается значительно. Уже при легком ветре ощутимая часть препарата цели не достигнет.

Если Вы хотите работать при большей скорости или увеличить расход рабочего раствора, то можно увеличить давление, но в идеале лучше взять форсунку большего калибра. Часто бывает и так: опрыскивателей не хватает, и надо работать со скоростью, например, 12 км/ч (чтобы успеть обработать всю площадь), хотя это близко к пределу рекомендуемых сейчас параметров. Тогда при давлении 3 бар, на форсунку 03 калибра мы получим 119 л/га, 04 калибра — 158 л/га, 05 калибра

— 197 л/га. Выбираем соответствующую форсунку (чаще всего выбор определяется возможностью подвоза воды), выставляем расход рабочего раствора на компьютере и пытаемся работать с постоянной скоростью. Основные правила для всех вариантов расчета: давление желательнее близко к оптимальному, скорость — ниже максимально рекомендуемой, расход рабочего раствора — близкий к рекомендациям производителя пестицидов, и учитываем, что размер капель не менее 250 мкр. Можно ориентироваться на параметры из собственного опыта но, при значительном отличии от рекомендованных, ответственность за результат полностью будет лежать на хозяйстве.

### Практические рекомендации:

Обычно именно этот момент выбора оптимальных параметров скорости, давления и расхода воды вызывает больше всего вопросов. Таблица расчета расхода воды форсунками в зависимости от скорости и давления отпугивает обилием цифр, проще, для подбора, использовать приложение для смартфонов компании Lechler. При использовании таблицы нужно руководствоваться для реальных скоростей 6–12 км/ч и давления близкого к оптимальному — для форсунок IDK и IDKT около 3-х бар +/- 1, т. е. от 2 до 4 бар. Предлагаем варианты расчета:

— определяемся с типом форсунки. Например, самый распространенный — инжекторная форсунка IDK 120–03 (синий). Ее оптимальное давление около 3 бар., при этом давление следует измерять на самой форсунке, (всегда работайте при оптимальном давлении, лучше ближе к его середине или верхней границе, т.к. оно колеблется по ходу работы). Исходя из этого, при требуемой норме расхода рабочей жидкости (200 л/га — именно расход рабочего раствора и выставляют на компьютере) определяем скорость движения (около 7 км/ч). Именно с этой скоростью или близкой надо двигаться во время работы. Если скорость превысить, увеличится давление насоса и уменьшится размер капель, т.е. увеличится снос (мы рассматриваем вариант опрыскивателя с компьютером, регулирующим расход рабочего раствора). Если опрыскиватель без компьютера, при увеличении скорости просто снизится расход рабочего раствора и норма внесения препарата на 1 га ■

## К чему может привести высокая скорость движения?

К повышенным потерям на снос (дрейф) и испарение из-за сильного набегающего потока воздуха в дополнение к ветру. Так, при оптимальной скорости движения опрыскивателя (до 8 км/ч) на капли действует воздушный поток скоростью 2 м/с, а при скорости 30 км/ч (теоретической) — уже 8 м/с. Напоминаем, что при скорости ветра более 10 м/с работать нет смысла. К тому же форсунки, способные пропустить при 30 км/ч необходимое количество раствора — например 200 л/га для СЗР с приемлемым спектром капель существует только в комбинации TwinSprayCar с форсунками ID3. Наверняка все знают, что максимальная допустимая скорость ветра при опрыскивании 5 м/с. Скорость движения 5 м/с соответствует 18 км/ч. То есть, если опрыскиватель движется со скоростью 18 км/ч, это означает, что капля должна преодолеть сопротивление воздуха, равносильное ветру в 5 м/с при неподвижном тракторе.

### Теперь возможны разные варианты:

- ▶ Ветер встречный, 5 м/с равносильно ветру 10 м/с (фактически для летящих капель рабочего раствора происходит сложение скоростей потоков воздуха за счет скорости ветра и скорости движения) — работать бессмысленно;
- ▶ Ветер попутный, 5 м/с — идеальный вариант: капли отлично достигают цели (происходит взаимная компенсация потоков воздуха за счет скорости ветра и скорости движения);
- ▶ Все возможные вариации бокового ветра приносят непредсказуемый эффект.

Получается, что при работе на такой скорости никто не может предсказать результат. Диктовать ветру направление мы не в силах. Двигаться всегда по ветру тоже нереально, к тому же его направление колеблется. То есть мы всегда рискуем потерять значительную часть рабочего раствора, который будет снесен в непредсказуемом направлении и осядет где попадет — в лесу по соседству (ущерб лесной флоре и фауне), на соседней культуре (непредсказуемые последствия) или в водоеме (ущерб водному биотопу). Даже если поле очень большое и вы далеко от любого его края, то в любом случае часть раствора испарится, а то, что не испарится, осядет там, куда ветер подует — возможно там, где обработка уже прошла или еще только предполагается. Так или иначе будет ущерб — финансовый, в любом случае, из-за потери биологической активности и экологический вдобавок к тому.

Помимо перечисленных факторов, при высокой скорости резко возрастают колебания штанги, что не только влечет за собой неравномерность внесения препаратов, но и может привести к выходу из строя всего опрыскивателя. Снижение качества работы с увеличением скорости будет происходить в разной степени в разных ситуациях.

Если вы работаете гербицидами (как правило, это системные препараты) на зерновых в фазу кущения, когда сорняки видны и зерновые не закрывают их, то возможность увеличения скорости, прежде всего, ограничена сносом за счет скорости ветра и сопротивления воздуха. Фактически в таких случаях получаем высокую эффективность и на повышенной скорости, если потери за счет сноса и испарения небольшие. Т.е. при любой траектории капли раствора все равно попадут хотя бы на верхушки сорняков, и за счет системных свойств препарат проникнет во все части растений. А вот если приходится работать по сорнякам в стадии выхода в трубку или по шести листьям у подсолнечника, когда сорняки не видны (их уже закрывает стеблестой), то значительная часть раствора будет, прежде всего, попадать на верхнюю часть культуры (преимущественно с одной стороны — со стороны движения трактора, хотя и это не однозначно и зависит от направления ветра). Причем чем выше скорость, тем этот эффект сильнее, т.е. тут снижение качества будет заметнее. Рабочий раствор при этом попадает на растение под углом и большей частью на верхнюю часть растений, в этом случае только однофакельные ID3. Это простая физическая закономерность — капля, вылетая из сопла форсунки, летит не вертикально вниз, а из-за движения вперед и вниз, в зависимости от скорости и угла, под которым стоит форсунка (в зависимости от конструктивных особенностей форсунки или угла поворота штанги — ряд опрыскивателей позволяет его изменять). Эту закономерность надо всегда учитывать при оценке ожидаемого качества опрыскивания.

При работе системными препаратами/фунгицидами возможно увеличение скорости работы (хотя и тут оно не безгранично). Контактные фунгициды требуют качественного распределения раствора на обрабатываемой поверхности — тут обязательно потребуется двухфакельная форсунка, поскольку с увеличением скорости все больше раствора будет попадать на переднюю часть растений при использовании однофакельных форсунок. Но

в любом случае надо учитывать, что чем выше стеблестой, тем труднее проникнуть каплям внутрь — в нижний ярус стеблестоя. Степень проникновения будет дополнительно снижаться при увеличении скорости движения, уменьшении величины капель, а также при применении форсунок с отклонением угла распыла от вертикали (вернее, получится сочетание влияния двух факторов — конструктивный угол распыла и угол отклонения за счет скорости и ветра.) Еще один дополнительный

фактор, влияющий на качество при высокой скорости — погода, а именно — температура и влажность. За рубежом, в силу близости морей, воздух, как правило, более влажный, температура чаще бывает в оптимальных пределах. У нас при жаркой погоде и низкой влажности потери за счет испарения будут гораздо больше, т.е. потери за счет встречного ветра при увеличении скорости будут сильнее, чем в «приморских» странах ■

## Воздушный рукав — за и против

Одним из решений для работы на высоких скоростях принято считать опрыскиватели с «воздушным рукавом». Данные опрыскиватели, по мнению их производителей, позволяют работать на более высоких скоростях (до 12 км/ч и более) и при ветре до 8 м/с и более. Вторым преимуществом воздушного рукава — по мнению производителей — является то, что при опрыскивании высокорослых растений воздух из воздушного рукава колышет растения и, ударяясь о землю, возвращается назад, подхватывает рабочий раствор и наносит его на нижнюю сторону листа. В-третьих, большее количество мелких капель попадает на растения за счет воздушного потока. Но известны также и отрицательные стороны использования «воздушного крыла». Например, в результате проведенных в 2010 году опытов выяснилось, что воздушный поток подхватывает с поверхности почвы пыль, с которой смешиваются и нейтрализуются капли рабочего раствора. Попадая на растения уже в форме комочков грязи, они, таким образом, теряют эффективность. Поэтому мы рекомендуем быть очень осторожными при использовании поддержки воздухом в сухую погоду. Это может обернуться провалом. У некоторых культур нижняя сторона листовой пластинки более чувствительна и подвержена ожогам. Поэтому преимущество попадания препарата на нижнюю часть листа может оказаться недостатком. В жаркую погоду капли высыхают быстрее, так называемый эффект фена. Из-за рукава формируется парусность, известны факты, когда порывы ветра ломали штанги опрыскивателя, а в обычных ситуациях — приводит к повышенному расходу топлива.

Но и воздушный рукав не отменяет законов физики. Посмотрите на фото (оно сделано при температуре выше +30 °C). Наглядно виден снос мелких капель даже при использовании воздушного рукава. При этом капли дрейфуют не только вбок, но и вверх, несмотря на работу вентилятора.



Особенно сильно это будет проявляться в жаркую погоду и при использовании щелевых форсунок. Альтернативно воздушному рукаву можно использовать инжекторные форсунки высокого давления (ID3) с крупным спектром капель. Благодаря высокой скорости движения капли способны проникать внутрь стеблестоя. При этом кратковременность нахождения капель в воздухе позволяет снизить потери за счет испарения и сноса. В Европе при многолетнем использовании воздушного рукава в опытах оказалось, что преимущества по урожайности в среднем за несколько лет не было получено. Объяснение простое: работают там при высокой влажности и оптимальной температуре, когда достаточно высокую эффективность при правильной настройке обеспечивает и обычный опрыскиватель. А дополнительные затраты на более дорогой опрыскиватель и повышенный расход топлива нивелируют доход от повышения урожайности.

Вероятнее всего, у нас в сухих условиях качество обработки улучшится, но не надо ожидать волшебного улучшения, тем более рассчитывать на снижение расхода пестицидов на 30 % — подобные заявления делают многие, но никто результатов опытов, увы, не предъявляет ■

## Влияние давления в системе опрыскивателя на качество распыла

Важным фактором, влияющим на качество распыла, является давление в системе опрыскивателя. Давление влияет на следующие показатели: на угол распыла факела, на размер капель и на расход.

Изменение рабочего давления в системе опрыскивателя оказывает значительное влияние на размер капель. Изменения угла распыла в зависимости от давления колеблются в пределах  $\pm 5\%$ . Поэтому ими можно пренебречь. Размер капель — это решающий фактор. С увеличением давления уменьшается размер капель и, соответственно, увеличиваются потери за счет сноса и испарения. Однако улучшается и покрытие растений, хотя реализовать этот эффект получится только при температуре до  $+25\text{ }^\circ\text{C}$ , влажности более  $60\%$  и слабом ветре. Поэтому при выборе форсунки следует помнить, что разные форсунки при различных давлениях образуют капли различных размеров. А вот так будет выглядеть изменение давления в поле — индикация покрытия на водочувствительной бумаге (в месте попадания капли на водочувствительную бумагу цвет меняется с желтого на синий — и визуально можно сравнить качество покрытия).

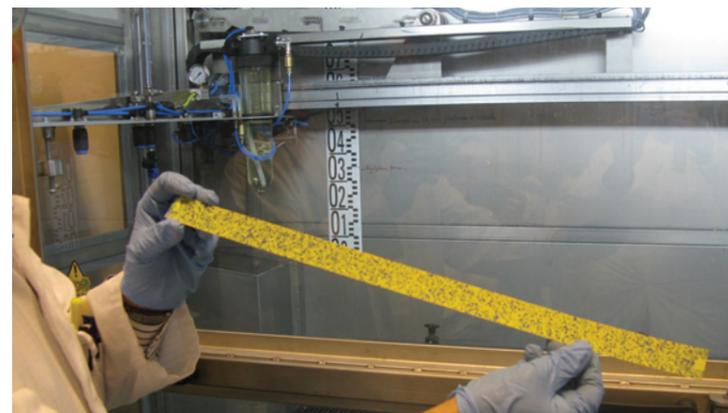
Будьте крайне осмотрительны, встречая эти красивые желто-синие полоски в журнальных статьях. Как правило, все опыты делаются в оптимальных условиях (а чаще всего их делают на специальных лабораторных стендах для моделирования скорости/давления) и, судя по

распределению капель всегда лучше будут выглядеть щелевые распылители (но при высокой температуре и низкой влажности мелкие капли просто испарятся в полете или быстро испарятся на растении, не успев проникнуть внутрь). У каждого типа форсунки есть допустимый интервал рабочего давления и внутри него — оптимальный интервал рабочего давления. Работать вне допустимых интервалов давления нельзя, так как предсказать результаты в этом случае трудно. Также не рекомендуется работать внутри диапазона допустимого давления, но близко к его крайним границам. Часто приходится сталкиваться с попытками работать при заниженном давлении (около 1 бара). При этом, к сожалению, упускается из виду требование по большому расходу рабочего раствора  $250\text{--}300\text{ л/га}$  для сохранения качества опрыскивания при низком давлении.

Лучший подход — работа в середине диапазона оптимального давления (выделен жирным шрифтом на рисунке для каждого типа форсунок), тогда даже при изменениях давления оно будет оставаться в оптимальных пределах. Для этого пользуйтесь рекомендациями производителей форсунок, где указывается оптимальный диапазон рабочего давления для каждой форсунки, а также размер капель. К сожалению, часть производителей указывает только общий допустимый диапазон давления, и узнать оптимальный диапазон давления негде (в отличие от фирмы Lechler, четко указывающей оптимальные диапазоны давления — они выделены в проспектах жирным шрифтом).



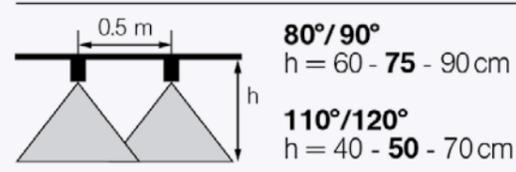
Лабораторное оборудование для моделирования различных условий опрыскивания — скорости, давления, типа распылителей (увы, учесть погодные условия на нем невозможно)



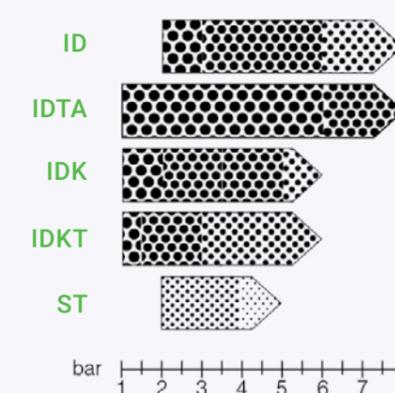
Стенд позволяет обрабатывать растения в горшках, моделируя реальные варианты обработок.

### Диапазон рабочего давления для разного типа форсунок

|       |                 |                            |
|-------|-----------------|----------------------------|
| ID    | <b>01-015:</b>  | 3.0 - <b>4.0</b> - 8.0 bar |
| ID    | <b>02-08:</b>   | 2.0 - <b>4.0</b> - 8.0 bar |
| IDTA  | <b>02-08:</b>   | 1.0 - <b>4.0</b> - 8.0 bar |
| IDK   | <b>01-03:</b>   | 1.5 - <b>3.0</b> - 6.0 bar |
| IDK   | <b>04-05:</b>   | 1.0 - <b>3.0</b> - 6.0 bar |
| IDKT  | <b>015-025:</b> | 1.5 - <b>3.0</b> - 6.0 bar |
| IDKT: | <b>03-06:</b>   | 1.0 - <b>3.0</b> - 6.0 bar |
| ST:   | <b>01-08:</b>   | 2.0 - <b>3.0</b> - 5.0 bar |



### Диапазон размера капель для разного типа форсунок



Будьте очень осторожны, полагаясь на показания компьютера. Он исходит из того, что все ваши форсунки одного типоразмера, одинаково чистые и работают безупречно. Вспомним аварийную ситуацию, когда за неимением альтернатив (форсунку «почистили») вам пришлось заменить один или несколько форсунок на другие типоразмеры. Если новые форсунки калибром ощутимо меньше и их несколько — то компьютер, «почувствовав» большее сопротивление системы, повысит давление.

На «старых» форсунках будет выливаться больше, чем запланировано, к тому же с более мелкими каплями (опасность сноса и испарения выше), а на «новых» форсунках выльется меньше нормы, причем капли будут еще мельче, чем на остальных. Тут будет ощутимая потеря биологической эффективности из-за значительного уменьшения норм. Если вам пришлось поставить форсунки калибром больше (например, штанга оснащена -03-ми, и вы ставите 4-5 штук -06), то будет обратный эффект. Компьютер понизит давление (ухудшится проникновение в стеблестой), понизится норма внесения на всей штанге со «старыми» форсунками. На тех участках, где вам пришлось поставить другие форсунки, норма будет выше установленной. В любом случае вы потеряете в эффективности обработки, а это снижения урожайности.

**Практические рекомендации:**

Всегда работайте при оптимальном давлении. При изменении скорости движения компьютер корректирует расход рабочего раствора за счет изменения давления, т.к. у нас при обработке чаще всего надо пробивать стеблестой, лучше работать ближе к верхней границе оптимального давления: 3 бара для IDK и IDKT, 5 бар для ID3.

Регулярно (через 1000 часов работы) проверяйте и калибруйте давление в разных секциях штанги манометром на форсунке. Компьютер может показывать правильный расход рабочего раствора, но выливаться в каждой секции он будет неравномерно ■

## Густота покрытия поверхности и размер капель

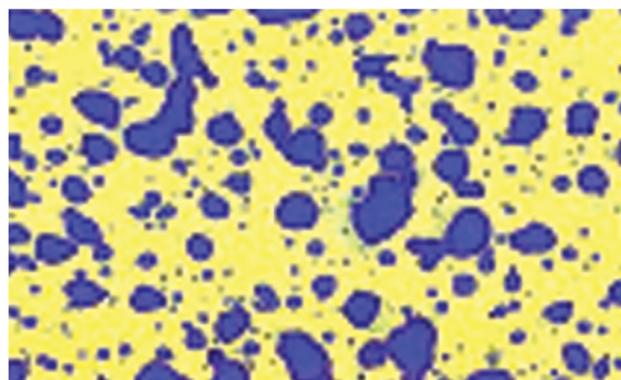
Наверняка многие слышали, что такая-то форсунка дает капли такого-то размера. Или вот для такой-то группы препаратов культур оптимален такой размер капель — поэтому берите такую-то форсунку. Увы, увы и еще раз увы... В реальности, на самом деле, при этом обсуждают то, чего фактически нет. Каждая форсунка дает широкий спектр капель, отличающихся количеством, размером и массой в десятки раз. И когда говорят о размере капель, то имеют в виду условную величину, делящую спектр капель на 2 равные части по количеству, объему или массе (всегда очень интересно, какой размер имеют в виду, когда раздают вышеприведенные рекомендации...). Это сложнейшая техническая проблема — сегодня нет технологии, позволяющей получить капли строго заданного размера и при этом пригодной для практического массового использования. И у этой проблемы есть продолжение — в полете капли испаряются, уменьшаясь в количестве, массе и объеме. Так что сказать, какое количество капель и какой массы попадает на растение в реальности, нельзя (фактически приходится ориентироваться на многолетний практический опыт и эксперименты). При опрыскивании получается большое количество капель различных размеров. Когда говорят о размере капель какой-либо форсунки, например, 300 мкм (микрометров или микрон), — это значит, что не все образующиеся капли имеют данный размер. На самом деле существуют три наиболее известных характеристики среднего размера капель (всего их более 20):

**Медианно-массовый-диаметр (ММД)** — это такой размер капли, который делит весь спектр на две равные по массе части. То есть половина массы всех капель меньше ММД, а другая — больше.

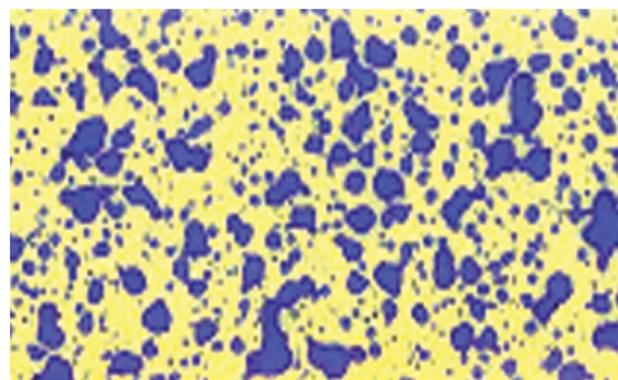
**Медианно-числовой-диаметр (МЧД)** — это такой размер капли, который делит весь спектр на две равные по количеству части. То есть половина из числа всех капель меньше МЧД, а другая — больше.

**Медианно-объемный-диаметр (МОД)** — это такой размер капли, который делит весь спектр на две равные, по объему, части. То есть половина из объема всех капель меньше МОД, а другая — больше.

Когда в сельском хозяйстве говорят о среднем размере капель, что чаще всего имеют в виду последний показатель. Показателем мелкодисперсности распыла является величина 10 % объемного диаметра (ОД10), которая характеризует потенциальный снос капель. Повышение давления на форсунку приводит к уменьшению диаметров МОД и ОД10. Чем больше калибр форсунки, тем большие значения принимают оба показателя. Следует учитывать, что при опрыскивании должна быть обеспечена минимально допустимая густота покрытия поверхности. Для дождевых гербицидов она составляет 20–30 капель/см<sup>2</sup>, для послеуборочных — 30–40 капель/см<sup>2</sup>; для инсектицидов — 30 капель/см<sup>2</sup>; для фунгицидов — 50–70 капель/см<sup>2</sup>.



IDK 03: 2,0 бар



IDK 03: 4,0 бар

| Объект                   | Оптимальный размер капель  |
|--------------------------|--|
| Летающие насекомые       | 10–50 микрон — почти не оседают на поверхность, легко сносятся ветром и быстро испаряются. (Капли диаметром менее 30 мкм в дневное время не оседают вообще, а вследствие атмосферной диффузии уносятся восходящими потоками воздуха) |
| Насекомые на поверхности | 30–150 микрон — медленно оседают с глубоким проникновением в крону растений. Легко сносятся ветром, быстро испаряются при повышении температуры и понижении влажности.   |
| Сорняки                  | 100–500 микрон — обладают достаточной укрывистостью и хорошей удерживаемостью на листе. Могут применяться при температуре до +25 °С и влажности не меньше 60 %.  |

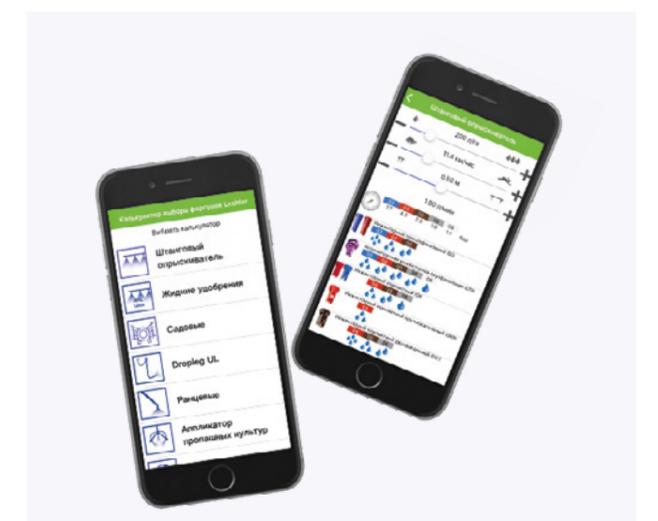
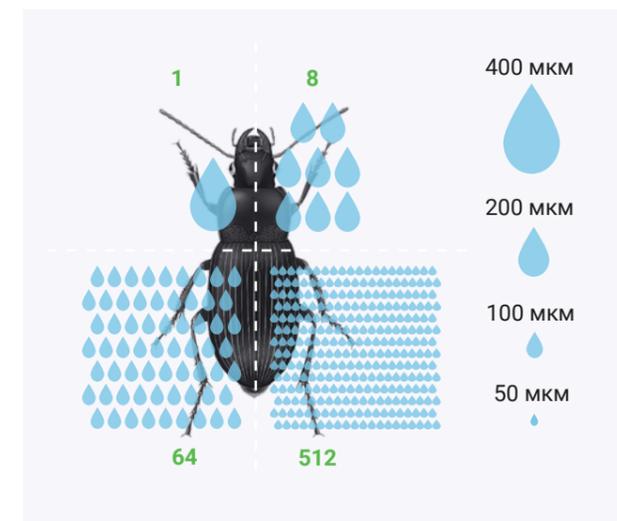
Таким образом, с точки зрения теории, оптимальный размер капли — около 250 микрон. Однако капли размером менее 200 микрон крайне подвержены сносу и испарению. Одновременно, у капель размером более 500 микрон увеличивается вероятность скатывания с листа при росе. Поэтому на практике применяются распылители со средним размером капли 200–450 микрон, которые создают поток капель размером от 10 до 700 микрон с преобладанием капель крупного размера.

Поэтому внесение СЗР — это всегда максимально приближенный к желаемым параметрам компромисс. Нужно стремиться к минимально возможным размерам капель при данных погодных условиях и физическим характеристикам обрабатываемой поверхности. Чем выше влажность воздуха и меньше скорость ветра, тем благоприятнее условия для работы. Чем крупнее растение и объекты находятся ниже верхней части, тем размер должен быть больше. Можно ли хотя бы что-то из всей этой теории использовать на практике? Ведь в поле никто размер капель измерять не будет.

Используя таблицу или калькулятор форсунок Lechler, можно определить параметры давления, скорости и расхода жидкости. Вы можете взглянуть на колонку справа, где буквами указан размер капель, и понять — оптимален ли размер капель для применяемого препарата.

| Русское название        | Английское название | Размер капель        |
|-------------------------|---------------------|----------------------|
| С Средние               | M Medium            | от 250 до 350 микрон |
| Б Большие               | C Coarse            | от 350 до 450 микрон |
| ОБ Очень большие        | VC Very coarse      | от 450 до 575 микрон |
| ЭБ Экстремально большие | EC Extreme Coarse   | больше 575 микрон    |

**Оптимальный размер капель:**  
 для гербицидов страховых 100–500 мкм  
 для инсектицидов 200–350 мкм  
 для фунгицидов 236–430 мкм



# Стандарт ASABE S572

## Схема применения форсунок для опрыскивания полевых культур

| Качество покрытия    | Размер капель | VMD отклонение (микрон*) | Уровень удерживания на влажных листьях | Применение с          | Уровень сноса |
|----------------------|---------------|--------------------------|--|-----------------------|---------------|
| Превосходное         | ☹☹☹           | <60                      | Превосходный                           | Запрещено             | Высокий       |
| Очень хорошее        | ☹☹☹           | 61–105                   | Превосходный                           | Запрещено             | ↓             |
| Хорошее              | ☹☹☹           | 106–235                  | Очень хороший                          | Хорошее покрытие      |               |
| Среднее              | ☹☹☹           | 236–340                  | Хороший                                | Большинство СЗР       |               |
| Большое              | ☹☹☹           | 341–403                  | Средний                                | Системные гербициды   |               |
| Очень большое        | ☹☹☹           | 404–502                  | Слабый                                 | Почвенные гербициды   |               |
| Экстремально большое | ☹☹☹           | 503–665                  | Очень слабый                           | Жидкие удобрения, КАС | Низкий        |
| Чрезвычайно большое  | ☹☹☹           | >665                     | Очень слабый                           | Жидкие удобрения, КАС |               |

\* VMD — Объемный медианный диаметр определяется из условия, что 50% общего объема частиц содержится в частицах с меньшим диаметром.

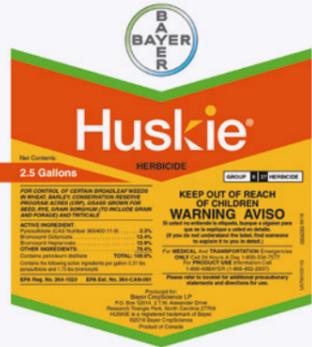
В США есть стандарт ASABE S572, подготовленный Американским Обществом Сельскохозяйственной и Биологической Инженерии, которого придерживаются все производители СЗР и указывают в этикетках, какого размера должен быть размер капли при внесении их препаратов, тем самым заботясь о том, чтобы сельхозпроизводитель получил максимальный эффект от применения их СЗР, и избежать жалоб со стороны клиента.

У нас, в большинстве хозяйств, существует мнение, что использование мелких капель это очень хорошо. И эта точка зрения не дает получать хорошую эффективность от применения СЗР. Потому что на опрыскивателях, часто, стоят целевые форсунки или на инжекторных работают с высоким давлением. На фоне высоких скоростей, большой скорости ветра и мелкой капли — все это и приводит к сносу, попадании незначительной части продукта на объект, недостаточному времени для усвоения СЗР в растение. Отсутствует рекомендация в этикетках производителей СЗР о размере капель, существует только информация о объеме рабочего раствора, что само по себе не достаточно для современных препаратов и интенсивности выращивания. Когда в этикетке написано например: 200 л/га, без

уточнения каким размером капли нужно работать, это очень слабая рекомендация. Этот объем можно вылить, да и на практике такое есть, что размер не превышает 200 мкм, много препарата просто не долетает до целевого объекта, а та часть, что все же попадает, находится на растении незначительное, для усвоения, время. Отдельно следует отметить внесение почвенных гербицидов, для них размер капли должен быть на уровне 400–500 мкм.

**Практические рекомендации:**

Перед использованием почвенных гербицидов проверьте на своем опрыскивателе ваши форсунки, способны ли они выдавать капли размером 400 мкм и в каком диапазоне давлении. Если они это способны выдавать, останется принять решение: либо заменить форсунки, либо проводить обработку на пониженном скоростном режиме и давлении в системе. Для почвенных гербицидов следует учесть, что необходимо использование двухплоскостных форсунок.



**Larger Droplets, S-572**

**INFORMATION ON DROPLET SIZE:**  
The best drift management strategy is to apply the largest droplets that provide sufficient coverage and control. Applying larger droplets reduces drift potential, but will not prevent drift if applications are made improperly, or under unfavorable environmental conditions (see Wind, Temperature and Humidity, and Temperature Inversions below).  
Uniform, thorough spray coverage is important to achieve consistent weed control. Select nozzles and pressure that deliver medium spray droplets as indicated in nozzle manufacturer's catalogs and in accordance with ASAE Standard S-572. Nozzles that deliver coarse spray droplets may be used to reduce spray drift provided spray volume per acre (GPA) is increased to maintain coverage of weeds.

**CONTROLLING DROPLET SIZE:**

- **Volume** - Use high flow rate nozzles to apply the highest practical spray volume. Nozzles with higher rated flows produce larger droplets.
- **Pressure** - Do not exceed the nozzle manufacturer's recommended pressures. For many nozzle types lower pressure produces larger droplets. When higher flow rates are needed, use higher flow rate nozzles instead of increasing pressure.
- **Number of nozzles** - Use the minimum number of nozzles that provide uniform coverage.
- **Nozzle Orientation** - Orienting nozzles so that the spray is released parallel to the airstream produces larger droplets than other orientations and is the recommended practice. Significant deflection from horizontal will reduce droplet size and increase drift potential.
- **Nozzle Type** - Use a nozzle type that is designed for the intended application. With most nozzle types, narrower spray angles produce larger droplets. Consider using low-drift nozzles. Solid stream nozzles oriented straight back produce the largest droplets and the lowest drift.

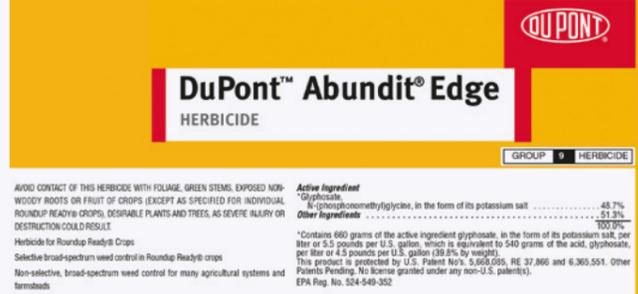


**Larger Droplets**

**Information on Droplet Size**  
The most effective way to reduce drift potential is to apply large droplets. Use the largest droplet size consistent with acceptable efficacy. Applying larger droplets reduces drift potential but will not prevent drift if applications are made improperly or under unfavorable environmental conditions (see Wind, Temperature and Humidity, and Temperature Inversions).  
Use medium to coarse spray droplet size spectrum for aerial application to cotton.

**Controlling Droplet Size:**

- **Volume** - Use high flow rate nozzles to apply the highest practical spray volume. Nozzles with higher rated flows produce larger droplets.
- **Pressure** - DO NOT exceed the nozzle manufacturer's recommended pressures. For many nozzle types, lower pressure produces larger droplets. When higher flow rates are needed, use higher flow rate nozzles instead of increasing pressure.
- **Number of Nozzles** - Use the minimum number of nozzles that provide uniform coverage.
- **Nozzle Orientation** - Orienting nozzles so that the spray is released parallel to the airstream produces larger droplets than other orientations and is recommended.



**Importance of Droplet Size**  
The most effective way to reduce drift potential is to apply large droplets. The best drift management strategy is to apply the largest droplets that provide sufficient coverage and control. Applying larger droplets reduces drift potential, but will not prevent drift if the application is made improperly, or under unfavorable environmental conditions (see the "Wind," "Temperature and Humidity," and "Temperature Inversions" sections of this label).

**Controlling Droplet Size**

- **Volume:** Use high flow rate nozzles to apply the highest practical spray volume. Nozzles with the higher rated flows produce larger droplets.
- **Pressure:** Use the lower spray pressure listed for the nozzle. Higher pressure reduces droplet size and does not improve canopy penetration. When higher flow rates are needed, use higher flow rate nozzles instead of increasing pressure.
- **Equipment Number of nozzles:** Use the minimum number of nozzles that provide uniform coverage.
- **Nozzle orientation:** Orienting nozzles so that the spray is released backwards, parallel to the air stream, will produce larger droplets than other orientations. Significant deflection from the horizontal will reduce droplet size and increase drift potential.
- **Nozzle type:** Use a nozzle type that is designed for the intended application. With most nozzle types, narrower spray angles produce larger droplets. Consider using low-drift nozzles. Solid stream nozzles oriented straight back produce larger droplets than other nozzle types.
- **Boom length:** For some use patterns, reducing the effective boom length to less than ¾ of the wingspan or rotor length could further reduce drift without reducing swath width.
- **Application height:** Application must be made at a height of 10 feet or less above the top of the largest plants unless a greater height is required for aircraft safety. Making the application at the lowest height that is safe reduces the exposure of the droplets to evaporation and wind.

Рекомендации по внесению СЗР в США и на нашем прострастве существенно разнятся. На примерах этикеток видно, сколько внимания уделяется типу форсунок и размеру капель. Некоторые даже полностью ссылаются на стандарт S-572, также настоятельно рекомендовано использование форсунок, способных формировать крупные капли. Это связано как с существующей проблемой устойчивых видов сорняков, так и влияние жалоб на эффективность препаратов от недостаточной их эффективности. Как мы понимаем, цена вопроса очень высока и решение

компенсации через суд может сильно повредить имидж самой компании и ввести ее в большие убытки. В регионе СНГ в этикетках используются рекомендации на СЗР 70-х годов, когда, в прочем, не было ни такого типа измерительной техники, ни глубокого понимания о влиянии СЗР на эффективность и окружающую среду, поэтому просто рекомендовали: 200 л/га. Научно-технических прогресс с того времени давно ушел далеко вперед, соответственно использование такого рода рекомендаций не соответствует духу времени ■

## Температура воздуха, скорость ветра и влажность

Практически все знают, что максимальная оптимальная температура при обработке +25 градусов (хотя для ряда препаратов, например, инсектицидов из групп антраниламиды, карбаматов, оксадиазинов, такой границы не существует — они высокоэффективны и при высоких температурах. Оксадиазины даже быстрее активируются при высокой температуре). Однако мало кто знает, что на самом деле влажность воздуха гораздо важнее температуры. Капля должна пролететь минимум полметра от форсунки до растения (на самом деле из-за кривой траектории, сноса ветром и разной высоты растений расстояние больше). За время полета она может полностью испариться или резко уменьшиться в объеме, и скорость испарения будет, прежде всего, зависеть от влажности воздуха: если она менее 65 % потери за счет испарения становятся значительными. Когда температура окружающей среды превышает +25 °C при низкой влажности воздуха, маленькие капли особенно сильно подвержены испарению. Время существования водяной капли и дальность ее полета до полного испарения зависят от размера капли, температуры и относительной влажности воздуха.

Так, при влажности воздуха 20 % и температуре +30 °C водяные капли диаметром 70 мкм до полного испарения пролетают всего 15 см, диаметром 150 мкм — 2,3 м. Скорость испарения капель удваивается при каждом снижении относительной влажности воздуха с 95 до 85 %, с 85 до 70 %, с 70 до 45 %. Она также удваивается и при повышении температуры воздуха на 10 °C в пределах от +10 до +30 °C. Капли <100 микрон при неблагоприятных метеороусловиях (высокая температура, более +25 °C, и низкая влажность воздуха, ветер, наличие восходящих потоков) практически не достигают обрабатываемой поверхности.

При влажности воздуха менее 50 % капли размером менее 200 микрон полностью высыхают за 20–30 минут. Кстати, именно с этим эффектом связаны многочисленные вопросы эффективности глифосатов в жаркую погоду и при пониженных нормах расхода рабочей жидкости. На лист попадает концентрированный раствор глифосата, который проникает внутрь растения, быстро воздействует на ткани листа. При этом оставшаяся часть препарата из-за его быстрого высыхания и заблокированных обменных процессов в листе внутрь не проникает, и в других органах растения не создается необходимой концентрации глифосата, сорняки полностью не уничтожаются (еще один фактор — щелочная реакция воды, которая снижает эффективность

глифосатов). Даже крупные капли уменьшаются в объеме, а уменьшение диаметра капли в 2 раза уменьшает объем и вес капли в 8 раз (а значит и количество попадающего на растение препарата).

Еще одно крайне неприятное явление: при температуре выше +20 °C резко возрастает кристаллизация препаратов при их внесении. В таком виде они не могут проникнуть внутрь растения. Как уже говорили, процесс кристаллизации непрерывно проходит внутри форсунок из любого материала, постепенно снижая эффективность работы.

**ВАЖНО!** Как правило, все знают, что при высокой температуре опрыскивать не рекомендуется, а вот показатель влажности воздуха упускают из вида, хотя влажность часто важнее температуры. Даже если температура воздуха будет ниже +25 °C, при низкой влажности потери за счет испарения мелких капель будут значительными. Приобретите анемометр с измерителем влажности воздуха — будет понятно влияние погоды на качество опрыскивания.



На графике показано изменение скорости ветра, температуры, влажности в течение дня. Самое неблагоприятное для опрыскивания время — с 13 до 17 часов из-за высокой температуры, низкой влажности или сильного ветра в это время суток.

Таким образом, самая высокая эффективность пестицидов утром с 5 до 11 часов, потом она снижается с 11 до 15 часов примерно вдвое, повышается к 17 часам и после 19 приближается по эффективности к утренней, но не достигает ее. Эти закономерности действуют, если температура не превышает +25 °C.

Если весь день +30...+35 °C — эффективность будет ниже, чем при оптимальной температуре в любом случае. Мы часто сталкиваемся с такими случаями: при обработке гербицидами озимых получаются отличные результаты, а при обработке яровых — хуже. Хотя яровые были меньше развиты, и сорняки были меньше, чем в озимых. Причина: когда шли обработки озимых, температура в течение дня не повышалась более 20 градусов. При обработке яровых температура была до 30 градусов, и хотя обработки шли вечером — влажность воздуха была низкой, что снизило эффективность обработки.

Для практических целей можно пользоваться графиком зависимости условий для опрыскивания от температуры и влажности. Если по погодным условиям Вы попадаете в желтую или, тем более, красную зону — надо попробовать компенсировать эту ситуацию за счет изменения режимов опрыскивания (см. далее) и все же быть готовыми к снижению эффективности применяемых препаратов. Однако будьте осторожны этот график лишь характеризует условия опрыскивания с точки зрения испарение капель. **При высоких температурах обменные процессы в растениях практически заблокированы, и даже если препарат попадает внутрь растения, эффективность его будет ниже** (к сожалению, в ряде случаев возможно проявление токсичности препаратов). **Какая погода считается идеальной для опрыскивания?** Это температура от +10 до +15 °C (в зависимости от препарата) до +20 °C и влажность 65–90 %.



Большая часть территории нашей страны находится в зоне континентального климата с жарким летом. Благоприятные метеорологические условия для обработки растений — устойчивое состояние приземного слоя баросферы при наличии ветра <2 м/с, температуры +10...+25 °C и относительной влажности > 60 % — имеются не всегда. В наших условиях, когда опрыскиватель используется весь световой день, подобные рекомендации трудновыполнимы. Что делать, если опрыскивать надо, а погода жаркая или, наоборот, холодная? Прежде всего, надо учесть температурные ограничения по применению препаратов, они указаны в тарной этикетке.

Даже в пределах одной группы препаратов требования к температуре до, в момент и после обработки могут существенно отличаться:

- ▶ пиретроидные инсектициды нельзя применять при температуре свыше +25 °С, так как эффективность пиретроидов снижается;
- ▶ инсектициды антрациламины, оксадиазиноны нейтральны по отношению к температуре, т.е. будут одинаково эффективно работать как при оптимальной, так и при повышенной температуре;
- ▶ сульфонилмочевинные гербициды на кукурузе рекомендуется применять при температуре +10...+25°С, а комбинации с дикамбой или 2,4Д — при температуре от +15 до +25°С;
- ▶ сульфонилмочевинные гербициды на зерновых рекомендуется применять при температуре от +5°С до +25°С. При низкой температуре значительно замедлится скорость проявления симптомов действия гербицидов, а растения, находящиеся в стрессе от перепада температур, рекомендуется обрабатывать совместно с биостимуляторами на основе экстрактов из водослей. Это позволит растениям перенести двойной стресс: химический и абиотический.
- ▶ фунгициды для триазольных фунгицидов оптимальная температура от +12°С, стробилуринам достаточно и +10°С, однако при высокой температуре более +25°С стробилурины не рекомендуется вносить и особенно быть осторожным с фунгицидами морфолиновой группы: может вызвать ожоги на растениях.

Зачастую складывается так, что днем температура +14...+15°С, а ночью опускается до +2...+3°С. Температуры ниже +5°С особенно опасны для большинства препаратов. В такой ситуации работать нельзя (особенно на кукурузе, свекле, овощных) — надо ждать повышения минимальной суточной температуры. В случае высоких дневных температур рекомендуется отложить опрыскивание, если это возможно, и ожидать снижения температуры. После снижения температуры в идеальном случае подождать 2–3 дня, пока восстановится обмен веществ растений. При жаркой погоде, в случае необходимости, проводить обработку при минимально возможной температуре — поздно вечером, ночью и рано утром. Увеличить расход рабочей жидкости до 300 л/га и размер капли не менее 350 мкм. Увеличить расход можно за счет снижения скорости движения и перехода на распылители большего типоразмера. Добавлять дополнительные адъюванты нужно осмотрительно, разбираясь в действующих веществах, находящихся в данной смеси. В современных препаратах мировых лидеров по производству СЗР применяются очень сильные адъюванты, при смешивании и добавлении

их неосознанно, очень легко сделать ожоги. Наверное, нет хозяйств, которые при внесении СЗР используют только один препарат, а смешивание д.в. способствует как к антагонизму СЗР, так и сильному синергизму, вызывающему ожоги.

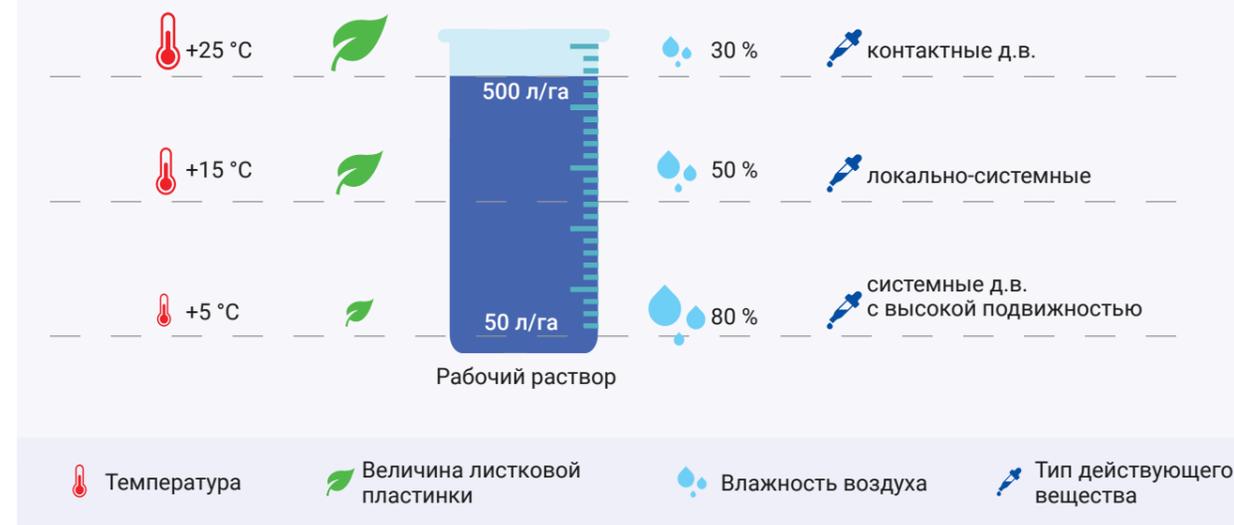
**Почему рекомендуется увеличение объема рабочей жидкости?** В сухую погоду на листьях образуется утолщенный восковой слой и препаратам необходимо больше времени для проникновения внутрь листьев растений. За это время увеличивается испарение и происходит кристаллизация препарата.

Еще один фактор: при низкой влажности воздуха воздушный слой толщиной 50 см (расстояние от штанги до обрабатываемой поверхности) теоретически может поглотить порядка 100 л воды, т.е. раствор в каплях будет переходить в газообразное состояние и увеличивать влажность приземного слоя воздуха. А следовательно без достаточного расхода рабочей жидкости эффективность может значительно понижаться. Такая ситуация возможна и на практике при сочетании нескольких неблагоприятных факторов одновременно: очень низкая влажность, высокая температура, мелкодисперсная щелевая форсунка в верхнем режиме давления — МОД 70–100 мкм. Поскольку чаще всего работа в жару проводится при температуре, превышающей максимально рекомендованную, это происходит вне утвержденного регламента применения, т.е. фактически на собственный страх и риск.

Следует учитывать возможность повышенной фитотоксичности препаратов, однако ее степень нельзя предугадать заранее, поскольку она зависит не только от СЗР и температуры/погоды, но и от сорта/гибрида, типа почвы, степени пораженности болезнями и вредителями, обеспеченности минеральным питанием и прочих факторов, особенно стрессовых, влияющих на рост и развитие растений.

Используя данную визуальную схему, мы определяем, какие лимитирующие факторы влияют на возможность уменьшить количество рабочего раствора. Для условного определения нам следует учитывать такие факторы, как температура, влажность воздуха, площадь листовой поверхности и тип действующего вещества. Если у нас контактное действующее вещество, низкая влажность, высокая температура и большая листовая площадь, соответственно экономить на объеме рабочего раствора нельзя. Каждый повышающий или понижающий фактор изменяет количество рабочего раствора условно на четвертую часть схематического сосуда. Для определения размера капель используем Калькулятор Lechler.

Подбор объема рабочего раствора для внесения СЗР



Сила ветра у земной поверхности по шкале Бофорта

| Скорость ветра на высоте штанги опрыскивателя, м/с | Баллы Бофорта | Словесное обозначение силы ветра | Визуальное обозначение | Описание   | Опрыскивание, рекомендации  |
|--|---------------|----------------------------------|------------------------|--|---|
| 0–0,2  | 0             | Штиль                            |                        | Дым подымается вертикально                         | Использовать средние и крупные капли, более 250 мкм   |
| 0,2–1,5  | 1             | Тихий                            |                        | Направление заметно по отношению дыма              | Использовать средние и крупные капли, более 250 мкм   |
| 1,6–3,3  | 2             | Легкий                           |                        | Ветер ощущается лицом, шелестят листья             | Использовать средние и крупные капли, более 250 мкм   |
| 3,4–5,4  | 3             | Слабый                           |                        | Листья и мелкие ветви деревьев колышутся постоянно | Высокий риск сноса. Скорость движения до 15 км/ч. Капли не менее 350 мкм                      |
| 5,5–7,9  | 4             | Умеренный                        |                        | Ветер подымает пыль и бумажки                      | Не рекомендуется вносить большинство СЗР. Скорость движения до 8 км/ч. Капли не менее 450 мкм |
| 8–10,7   | 5             | Свежий                           |                        | Качаются толстые сучья деревьев                    | Не рекомендуется вносить большинство СЗР. Скорость движения до 8 км/ч. Капли не менее 450 мкм |

**СКОРОСТЬ ВЕТРА.**

Стандартное ограничение по скорости ветра — 5 м/с. При этой скорости ветра на деревьях колыхаются листья и мелкие веточки. Для щелевых распылителей ограничение жестче, 3–4 м/с. Для инжекторных, особенно высокого давления, иногда повышают барьер скорости ветра выше 5 м/с — в литературе встречается до 8 м/с.

Скорость ветра, о которой мы слышим в сообщениях о погоде, измеряется на метеостанциях на высоте 10 метров. При этом на самом деле постоянной скорости ветра не существует (скорость ветра постоянно меняется). Нам сообщают среднюю скорость ветра, измеряемую в течение нескольких минут (к тому же не постоянно, а раз в несколько часов). Для практических же целей нас интересует скорость ветра в приземном слое 1–1,5 м. Она может сильно отличаться от скорости ветра на высоте 10 м, особенно из-за неровностей рельефа, грейдеров дорог, лесополос и т.д. При этом в среднем ветер может быть и несильный, но порывистый. Скорость ветра будет меняться в течение дня.

**Практические рекомендации:**

Если у Вас во время обработок постоянно высокая скорость ветра или он порывистый, работайте только инжекторными форсунками высокого давления IDTA или ID3. Используйте их при минимальном оптимальном давлении (3-4 бара) и с минимальной возможной скоростью. Мелкие капли в виде аэрозоля не сносятся порывами ветра в разных направлениях, постепенно оседая на растениях и поднимаясь вверх, а в виде облака тумана «висят» над полем (похожую картину мы наблюдаем, когда видим туман в низинах утром или вечером — мелкие капли водяного аэрозоля не уносятся ветром, а «висят» в воздухе над стеблестоем). И если подует даже небольшой, но равномерный ветерок, то все АЭРОЗОЛЬНОЕ ОБЛАКО СЗР ПОЛНОСТЬЮ может передвинуться на соседнее поле или населенный пункт — и тогда последствия непредсказуемы.

Данные метеостанций или датчиков на кабине опрыскивателя мало информативны, т.к. измерения нужно проводить на высоте растений. Ведь даже влажность воздуха будет меняться в том числе от густоты стояния растений.

Поэтому скорость ветра в прогнозе погоды является лишь ориентиром. Ее надо измерять/оценивать непосредственно в поле несколько раз в течение дня при помощи ручного анемометра.

**КАЧЕСТВО ВОДЫ.**

Качество воды оказывает значительное (иногда очень негативное, вплоть до выпадения препарата в осадок) действие на эффективность СЗР. Для препаратов особенно важны кислотность (рН), жесткость воды, отсутствие посторонних механических примесей. Механические примеси, которые содержатся в воде в открытых водоемах, забивают фильтры и форсунки, а также могут негативно влиять на действие СЗР за счет обволакивающих свойств. Качество воды в открытых водоемах может меняться в зависимости от погоды — сильный дождь может смыть с берегов почву и минералы, которые могут изменить качество воды. Жесткость воды — это присутствие ионов других веществ, прежде всего ионов кальция и магния в растворе — может серьезно повлиять на эффективность СЗР. Увеличением жесткости воды обуславливается не только естественным присутствием ионов кальция и магния, но и добавлением удобрений в рабочую жидкость. При приготовлении растворов с удобрениями надо соблюдать рекомендации производителей всех компонентов в смеси ■

**Внесение удобрений**

В последнее время большую популярность набирают жидкие удобрения. Из подкормок, таких как листовая подкормка микроудобрениями в жидком виде, жидкие комплексные азотно-фосфорные удобрения (ЖКУ 11:37), бесспорным лидером на рынке есть КАС — карбамидно аммиачная смесь. Требования к внесению опрыскивателем удобрений (чаще всего азотных) в больших нормах и микроудобрений противоположны, поэтому мы разделили эту главу на 2 части — **ВНЕСЕНИЕ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ В БОЛЬШИХ НОРМАХ** и **ВНЕСЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ**.

В первую очередь, конечно, жидкие удобрения получили свое распространение в силу того, что они безопасны. Они не воспламеняются, не взрывоопасны, не ядовиты. Для их применения не требуются дополнительные машины и агрегаты. И растения могут получать питательные вещества непосредственно через листья.

**ЖКУ 11:37**

**Основные физико-химические показатели:**

- ▶ массовая доля азота (N), %, не менее 11;
- ▶ массовая доля общих фосфатов (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), %, не менее 37;
- ▶ показатель активности водородных ионов, единиц рН — 6–7;
- ▶ плотность при температуре +20 °С, г/см<sup>3</sup> 1,44 + 0,03;
- ▶ вязкость при температуре +20 °С, сПз, не более 80;
- ▶ температура кристаллизации — не выше минус 20 °С.

Чаще всего применение жидких удобрений тормозится из-за нехватки опыта применения. Как правильно внести удобрения, чтобы извлечь из этого максимальную пользу? На основных нюансах применения жидких удобрений мы и постараемся заострить внимание, потому что если правильно вносить, то преимуществ у жидких удобрений больше чем недостатков.

**КАС 32**

**Основные физико-химические показатели:**

- ▶ массовая доля азота (N), %, не менее 28–32;
  - ▶ показатель активности водородных ионов, единиц рН — 7;
  - ▶ плотность при температуре +20 °С, г/см<sup>3</sup> 1,28–1,32;
  - ▶ вязкость при температуре +20 °С, сПз, не более 80;
  - ▶ температура кристаллизации не выше минус 2 °С.
- Состав: 35,4 % карбамида, 44,3 % селитры, 19,4 % воды, 0,5 % аммиачной воды.

1. КАС практически не содержит свободного аммиака, что исключает потерю азота:
  - ▶ при загрузке КАС;
  - ▶ транспортировке КАС;
  - ▶ хранении;
  - ▶ во время использования КАС сохраняется азота до 40 % в сравнении с гранулированными формами азотных удобрений.
2. КАС можно вносить в почву без потери азота в газообразной форме.
3. Стоимость хранения КАС в два раза меньше, чем твердых азотных удобрений, в сравнении с безводным аммиаком — до семи раз.
4. Точная дозировка и равномерность его распределения на поверхности достигается за счет FD форсунок .
5. Использование КАС позволяет использовать технологию смешивания туков.
6. Растворы КАС можно использовать для внесения в качестве внекорневой подкормки растений.

**Поглощение растениями азотных форм**



| NH <sub>2</sub> → NH <sub>4</sub> | NH <sub>4</sub> → NO <sub>3</sub> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| +2°C – 4 дня                      | 5°C – 6 недель                    |
| +10°C – 2 дня                     | 8°C – 4 недели                    |
| +20°C – 3 дня                     | 10°C – 2 недели                   |
|                                   | 20°C – 1 неделя                   |



*Движение нитратных форм удобрений в почве, в зависимости от количества осадков.*

За счет разных форм азота и их периода перехода в доступную форму, мы получаем продолжительное питание для растений на более длительный период, в отличие от аммиачной селитры и карбамида.

**ПРЕИМУЩЕСТВА**

Преимущество жидких удобрений — это в первую очередь равномерное внесение удобрений по всей поверхности поля. Так коэффициент равномерности распределения форсунки FD составляет 5–6 %, а то и того меньше, в то время, как равномерность распределения, несмотря на все усилия производителей разбрасывающей техники, до сих пор составляет 25–30 %, особенно на поворотах, что, в общем-то, чревато потерями урожая.

Во вторых, для того, чтобы внести жидкие удобрения, Вам достаточно обычного опрыскивателя. Единственное, что надо учитывать то, что опрыскиватель должен быть пригоден к работе с КАС, так как КАС достаточно агрессивная жидкость по отношению к цветным металлам. Поэтому стоит обратить внимание на то, что в системе трубопроводов опрыскивателя не должно быть узлов, сделанных из цветных металлов или оцинкованных, так как такие поверхности будут сильно подвергаться коррозии. Кроме того, перед началом работ обработать компрессор техническим маслом и все места, где будет соприкасаться КАС с опрыскивателем. По окончании работ основательно промыть опрыскиватель и смазать клапана.

Возможное применение с одновременным добавлением пестицидов, стимуляторов роста и других, в частности микроэлементов.

**ВАЖНО!** Предварительно согласуйте со специалистами по защите растений и питанию растений.

Удобрение можно применять на любых почвах и в любых регионах, а также в технологиях mini-till и no-till. Недостатков у КАС не так много, но все-таки стоит об этом упомянуть в самом начале:

- ▶ Существует риск ожогов растений, обусловленный нормой внесения, фазой и особенностью вегетации культуры, в том числе и погодными условиями.
- ▶ Необходимы особые условия транспортировки, хранения.
- ▶ Техника для внесения не должна содержать деталей из цветных металлов ■

## Внесение жидких удобрений в чистом виде

**Практические рекомендации:**  
 Основное правило при внесении больших норм удобрений: получить капли как можно большего размера, чтобы они быстро скатывались с листа во избежание ожогов.

КАС — карбомидо-аммиачная смесь — наиболее часто используемое жидкое удобрение. В СНГ наиболее распространенным является КАС 32 в то время, как в Европе наибольшую популярность имеет КАС 28, главное отличие в содержании азота у нас — 32 % у них 28 %.

| Тип КАС | Содержание азота, % | Плотность кг/м³ при Т 20°С | Кристаллизация, °С |
|---------|---------------------|----------------------------|--------------------|
| КАС 32  | 32                  | 1,26–1,33                  | -2                 |
| КАС 30  | 30                  | 1,28–1,31                  | -9                 |
| КАС 28  | 28                  | 1,26–1,29                  | -18                |

Прежде, чем применять КАС, очень важно убедиться в качестве покупаемого удобрения. Обратите внимание, что это предупреждение исходит так же от самих производителей удобрений. Поставщик КАСа должен быть проверенным и ответственным. Для расчета плотности раствора при разбавления КАС водой можно использовать следующую формулу:  
 $g = (g1 + v1 + g2 * v2) / (v1 + v2)$ ,  
 где g1 — плотность КАС напр. 1,32  
 g2 — плотность воды 1  
 v1 — объем раствора КАС в л.  
 v2 — объем воды в л.

Важные показатели качества КАС — это поверхностное натяжение и содержание биурета.

Концентрация биурета C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub> более 50 ppm вызывает у растений хлороз.

Поверхностное натяжение у КАС должно быть высоким 60–70 мкН/м, а 20–25 мкН/м может стать причиной 15 % ожогов и выше! Опытным путем установлено, что уже 12 % некроза листьев приводят к снижению урожайности на 4 %. Также

нужно помнить, что, например, первые 3 листа у пшеницы (в первую очередь флаговый лист) несут на себе 80 % формирования урожая. Поэтому очень важно избежать ожогов. Как выглядят посевы после обработки КАС с различным поверхностным натяжением показывает фото.



Опыт применения КАС с различным поверхностным натяжением

При основном внесении КАС является высокоэффективным удобрением, равноценным аммиачной селитре или карбамиду по действию на урожай сельскохозяйственных культур. КАС начинает занимать важную роль, особенно в регионах с засушливым климатом, так как при его внесении не возникает конкуренции за влагу. КАС — это единственное на сегодняшний день азотное удобрение, которое содержит три формы азота, причем все формы в удобрения не летучие и не вызывают потерь азота, поэтому его можно вносить поверхностно без заделывания в грунт.

**Три формы азота!**

**нитратный NO<sub>3</sub>** — обеспечивает мгновенное действие;  
**аммонийный NH<sub>4</sub>** — в процессе нитрификации переходит в нитратную форму;

**амидный NH<sub>2</sub>** — в результате деятельности почвенных микроорганизмов переходит в аммонийную форму, а затем — в нитратную.

Что касается растений, то тут есть тоже несколько правил:

- ▶ чем лучше образование воскового слоя на листьях, тем выше переносимость удобрения растениями при использовании плоскоструйных инжекторных распылителей;
- ▶ чем больше стадия развития растения, тем чувствительней к КАС;
- ▶ чем чувствительней растение, тем более щадящим должен быть метод использования, предпочтительный выбор которого отражен в следующей последовательности: инжекторные плоскофакельные распылители < специальные распылители для жидких удобрений < подвески из шлангов/труб.

Как уже говорилось выше, что при использовании удобрений нередко возникают опасения относительно воздействия удобрения на листья, их возможного ожога, и влияния в связи с этим на общую урожайность. Экспериментальным путем доказано, что несоответствующее использование простых щелевых распылителей при неблагоприятных условиях (утренняя роса, после дождя и др.) при позднем внесении удобрений на озимую пшеницу приводит к некрозу в среднем 12 % листьев, а это потери урожайности. 12 % листьев — соответствует 4 % урожая!

Именно поэтому профессиональный подход к использованию жидких удобрений, а именно правильный выбор и применение распылителей, является необходимой предпосылкой для получения высоких экономически выгодных урожаев.

### Влияние способа внесения КАС на переносимость растениями

Профессиональное применение жидких удобрений при помощи шлангов 5S



Некроз листьев 0–0,5 %;  
 Урожайность 91,2 ц/га;  
 Сырой протеин 15,1%

Не профессиональное применение жидких удобрений при помощи шлангов 5S



Некроз листьев 8–9,5 % (ES 37 und ES 51);  
 Урожайность 87,1 ц/га;  
 Сырой протеин 14,9 %

РАСПЫЛИТЕЛИ ДЛЯ КАС

FD

Какими же распылителями лучше всего вносить жидкие удобрения? На сегодняшний день наиболее равномерное распределяют форсунки FD, они же в народе называемые «улыбка». Главное отличие FD состоит в том, что эти распылители обеспечивают не только равномерное внесение по ширине захвата, но и более щадящее действие на растения благодаря горизонтальному факелу распыла и очень крупным каплям.

ожогов. Тогда полосы растений, по которым прямым потоком прошли струи, могут получить дозу выше критической и погореть, а соседние полосы не получат ничего и затормозятся в развитии. Эту картину — «полосатое поле» — можно достаточно часто наблюдать на полях, где вносили жидкие удобрения подобными распылителями.

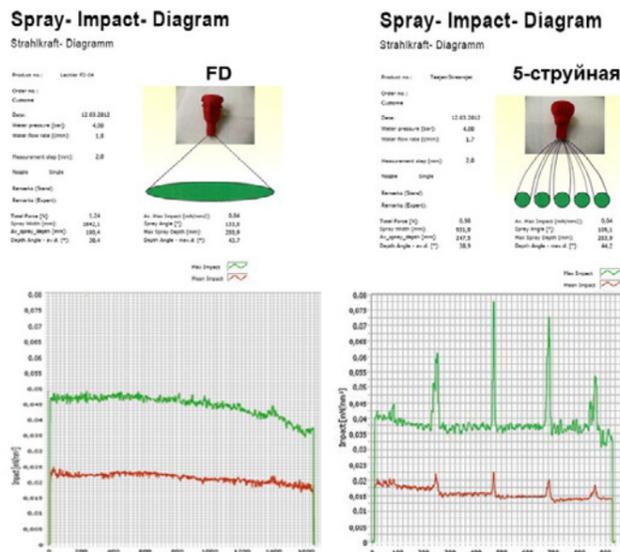


Форсунка FD на сегодняшний день является самым удачным типом распылителя для внесения жидких удобрений — она дает сплошной веер распыла из крупных капель, траектория движения которых более горизонтальная, по сравнению с другими форсунками.

Преимущества распылителя FD:

- ▶ Благодаря горизонтальной струе очень равномерное, щадящее растения, внесение жидких удобрений.
- ▶ Риск ожога растений сведен до минимума, благодаря очень крупным каплям.
- ▶ Оптимальное распределение удобрений по всей ширине захвата, соответствующее стандартам для щелевых инжекторных распылителей.
- ▶ Благодаря равномерному поперечному распределению, не образуются полосы на поле.
- ▶ Значительно менее склонны к засорам по сравнению с многоструйными распылителями.
- ▶ Легко снимаются для чистки.

Внесение КАС на поздних стадиях развития стоит осуществлять только при помощи различных подвесов, специально разработанных для этих целей. На озимых до конца стадии кущение возможно применение распылителей FD, далее применяя КАС по стеблестую, очень важно избежать ожогов, поэтому самыми надежными здесь считаются системы из гибких шлангов-удлинителей.

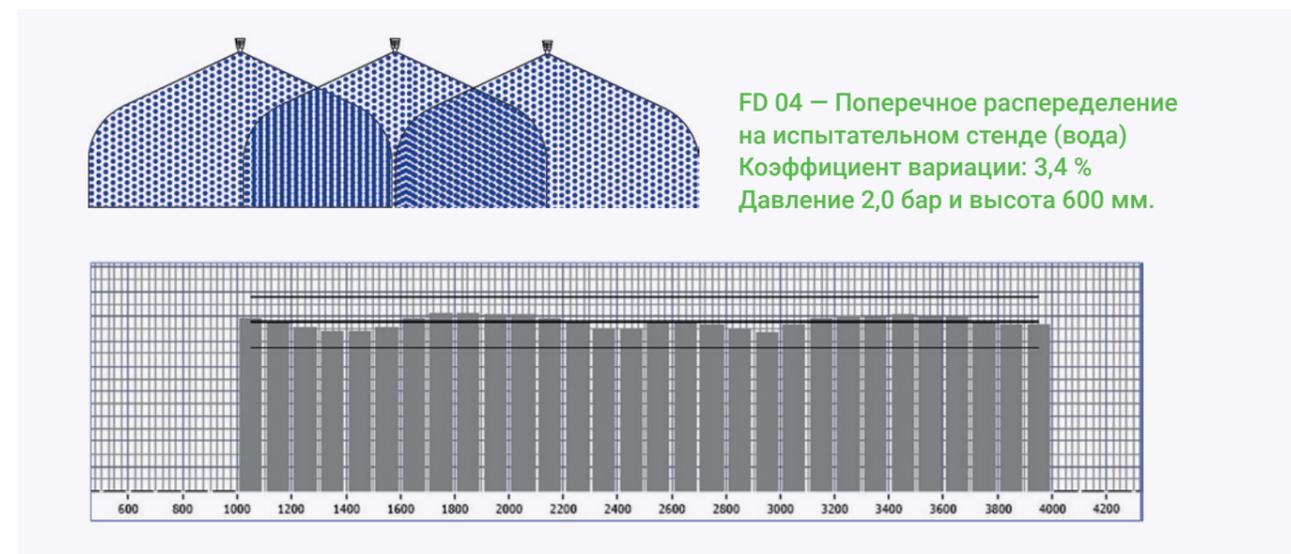


Сравнение силы струи между струйным распылителем и FD

При применении многоструйных распылителей жидкие удобрения распределяются горизонтально, проходя через несколько отверстий на поверхности распылителя. Капли получаются довольно крупные, но из-за того, что они льются несколькими струями, препарат распределяется далеко не так равномерно, как с помощью распылителя FD. Отсюда неизбежно появление полос на поле. Там, где препарат попал на культуру, будет оживление вегетации и, как следствие, усиление процесса фотосинтеза — в этом месте будет отчетливо зеленая полоса. В местах пробелов этого процесса не наблюдается, и цвет культуры будет ближе к желтому. Это в благоприятном раскладе. Может произойти и менее приятная вещь. В зависимости от стадии роста, состояния воскового слоя и целого ряда других причин, связанных с качеством самого препарата — об этом мы детально поговорим позднее — в момент внесения может быть повышенная опасность

**Практические рекомендации:**  
Совет для тех, кто впервые собирается работать КАСом: не стремитесь обработать сразу и все, возьмите небольшой участок, и поработайте по ней, можно двумя вариантами: чистый КАС и разбавленный, а также различными аппликаторами внесения, которые присутствуют на рынке в нескольких видах.

Чаще всего мы говорим о применении КАС на зерновых культурах, потому что зерновые культуры считаются самыми отзывчивыми на внесение жидких минеральных удобрений. Что касается других культур, то, забегая вперед, надо отметить, что кукуруза — самое чувствительное растение, поэтому для избегания ожогов по кукурузе рекомендуются шланги. Ожоги, полученные в стадии до 6-го листа, замедляют дальнейшее развитие растений, что неизбежно ведет к потерям в урожае. (применение распылителей зависит от культуры и ее фазы роста, для этого разработаны наглядные схемы см. в приложении).



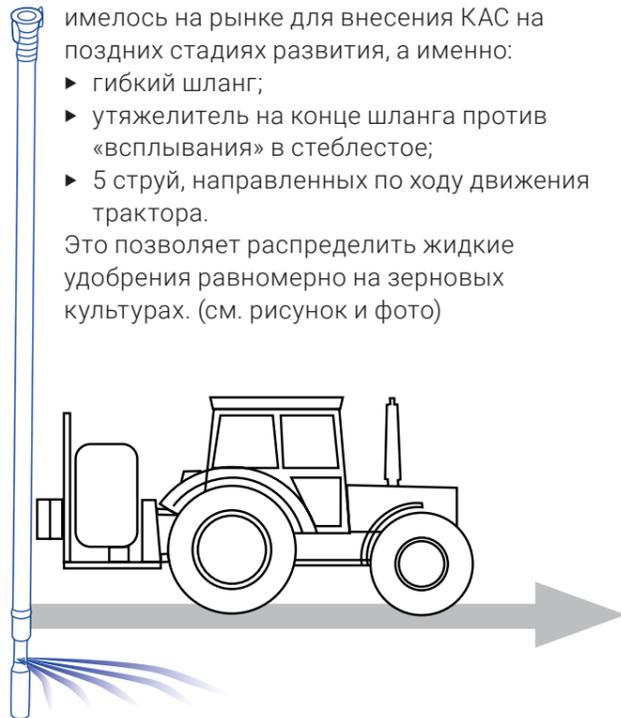
## Шланг 5S

После 32 фазы развития у зерновых при работе с неразбавленным КАС следует применять **шланги 5S**.

Шланг удлинитель 5S объединил в себе все самое лучшее, что до сих пор имелось на рынке для внесения КАС на поздних стадиях развития, а именно:

- ▶ гибкий шланг;
- ▶ утяжелитель на конце шланга против «всплывания» в стеблестое;
- ▶ 5 струй, направленных по ходу движения трактора.

Это позволяет распределить жидкие удобрения равномерно на зерновых культурах. (см. рисунок и фото)



Шланги-удлинители 5 S легко крепятся на штангу опрыскивателя при помощи стандартного соединения MULTIJET, которые имеются сейчас практически на каждом опрыскивателе, за исключением Hardi (для них есть адаптеры).

Большой плюс в том, что шланги гибкие и прочные, а также легко принимают свою первоначальную форму, что немаловажно при переездах опрыскивателя.



Норму внесения можно обеспечить за счет подбора дозирующих шайб. (Важно: шайба кладется надписью вверх). Норма внесения может колебаться от 80 л/га до 250 л/га у шланга 5S, и от 180 до 550 л/га у шланга 5SL.

Кроме того, в этом году благодаря нашим конструкторам на рынке появился адаптер (фото), при помощи которого можно изменять шаг расстановки шлангов 5S на штанге опрыскивателя, тем самым делая возможным его применение на пропашных культурах.



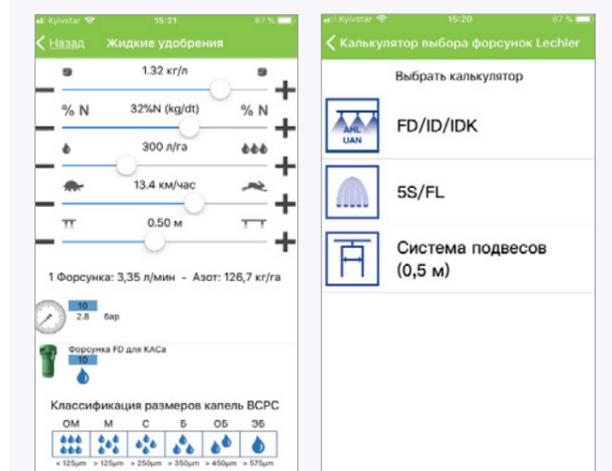
Достойной альтернативой шлангам 5S для культур с широкими междурядьями можно считать Dropleg<sup>UL</sup>. Он обеспечивает не только равномерное внесение, но и позволяет избежать ожогов на поздних стадиях развития растений, непосредственно в то время, когда растению необходимы питательные вещества.



В пропашных культурах, таких как кукуруза и подсолнечник, есть необходимость вносить азот в средних фазах вегетации. Это обусловлено активным нарастанием вегетативной массы культуры, как результат, потребность в азотном питании. Внести же необходимое количество, при посеве, не представляется возможным из-за мобильности азота в природе, особенно на почвах средним и легким механическим составом.



Внесение по вегетации азота является самым оптимальным решением, ведь кукуруза активно потребляет питательные до выметывания. Внести его нужно в корневую зону, чтобы питательные вещества поступали в само растение и исключить питания сорняков. Dropleg<sup>UL</sup> разработан для внесения КАС средние фазы колосовых культур и пропашных. На пропашных культурах его можно устанавливать как в каждом междурядья. Благодаря конструкции двух направляющих шлангов, мы подаем КАС в корневую систему, минуя листовой аппарат. Этот агроприем позволяет нам вносить азот от 3-го листа до начала выметывания у кукурузы и формирования шляпки у подсолнечника. Благодаря этой технологии возможно вносить КАС минуя листовую поверхность, и как результат, избежать повреждения листовой пластинки азотными удобрениями.



На сайте фирмы «Lechler» есть калькулятор для подбора распылителей для внесения жидких удобрений на русском языке для мобильных устройств IOS, Android. И это должно значительно облегчить задачу по подбору распылителей. Вам достаточно задать требуемые параметры, такие, как плотность удобрения и содержание азота (для КАС 32 это 1,32 и 32 % соответственно) и, конечно, такие параметры, как норма внесения л/га и скорость движения км/ч. И вот уже у вас наглядный результат: какие форсунки при каком давлении можно использовать. Важно помнить: проверять давление следует на форсунке, а не на манометре на распределителе. При подборе жиклеров, например, для шлангов 5S по кукурузе можно менять шаг расстановки форсунок на ширину междурядья.

**Рекомендации от фирмы «Lechler», основанные на практическом опыте:**

- ▶ работать при низком давлении для получения капель крупного размера;
- ▶ обрабатывать сухой стеблестой во второй половине дня или вечером. Не работать утром по росе или по влажному, после дождя, стеблестой;
- ▶ после дождливой погоды подождать 1–2 дня, когда начнется активный рост;
- ▶ вносить удобрения можно при температуре от –5 °С до +25 °С. Растворы удобрений замерзают при более низких температурах, поэтому возможна работа при минусовой температуре;
- ▶ при низких температурах из-за повышенной вязкости возможно падение давления между манометром и распылителями. Поэтому необходимо знать фактический расход раствора с учетом его повышенной плотности;
- ▶ при низких температурах обрабатывать сухие от мороза растения. Избегать работы при колеблющейся температуре, когда происходит оттаивание-замерзание;
- ▶ возможно внесение перед посевом или в течение 3 дней после него;
- ▶ жидкие удобрения (КАС — смесь карбамида и аммиачной селитры с содержанием N=28 %, но в 100 л содержится 36 кг N, поскольку вес 100 л — 128 кг) разбавить водой в соотношении: минимум 3 части воды на 1 часть удобрений;
- ▶ растворы мочевины для обработки зерновых могут быть с концентрацией 30–40 % — мочевина не дает ожогов на зерновых
- ▶ кукуруза не переносит прямого попадания раствора удобрений на листья. Внимание! Речь идет именно о внесении 30–40 кг/га азота. Вносить микроудобрения или 2–4 кг/га аммиачной селитры для повышения эффективности СЗР на кукурузе можно. На кукурузе возможно довсходовое внесение удобрений вместе с почвенными гербицидами. Внесение жидких удобрений по вегетации возможно до стадии 7 листьев только с применением подвесок из шлангов, которые предотвращают попадание раствора удобрений на листья;
- ▶ на сахарной свекле возможно довсходовое внесение до 120 кг/га N, а также внесение по вегетации со стадии от 4 листьев до 40 кг/га N. До или после внесения удобрений опрыскиванием на сахарной свекле по вегетации должно пройти более 3 дней с момента внесения гербицидов, особенно содержащих масло. Вместе с инсектицидами можно вносить до 40 кг/га N с расходом рабочей жидкости 150–200 л/га;

- ▶ на картофеле возможно внесение удобрений опрыскивателем перед посадкой, а также до 60 кг/га N вместе с гербицидами или до 10 кг/га N вместе с фунгицидами;
- ▶ на озимых возможно весеннее опрыскивание хорошо укоренившихся растений с минимумом 3–4 листьев по мёрзлой почве до 60–100 кг/га N в форме КАС. Возможно также дробное внесение вместе с гербицидами, регуляторами роста, не комбинируя с морфолинами. С начала выхода в трубку в смеси со средствами защиты растений можно вносить до 50 л/га КАС. Внимание! Его необходимо разбавлять водой в соотношении не менее 3:1! То есть расход рабочей жидкости не может быть меньше 200 л/га. Если требуется внести более 50 кг/га N (макс. 150 кг/га N) с начала выхода в трубку, то это возможно только с применением подвесок из шлангов или специальных распылителей для удобрений (FT, FL или FD). С начала колошения жидкие удобрения можно вносить только с применением подвесок из шлангов;
- ▶ для зерновых оптимально применение растворов мочевины для подкормок, поскольку высококонцентрированные растворы мочевины не вызывают ожогов (одновременно снижая испаряемость раствора при внесении)
- ▶ обязательно соблюдайте рекомендации производителей пестицидов, особенно по приготовлению смесей;
- ▶ тщательно промывайте опрыскиватель водой после применения растворов удобрений и их смесей.

**Дополнительные требования к опрыскивателям при внесении удобрений:**

- ▶ Отсутствие цветных металлов в оснастке, соприкасающейся с удобрениями (вентили, фильтры)
- ▶ Отсутствие гальванизированных (оцинкованных) поверхностей — будет крайне сильная коррозия
- ▶ Качественная окраска и наличие нержавеющей частей снижают коррозию
- ▶ КАС растворяет все остатки препаратов как мощное чистящее средство — они попадут на растения в случае плохой промывки опрыскивателя
- ▶ Использование распылителей для удобрений с отверстиями (FL) может привести к появлению полос на поле — лучше применять распылители (FD)

**Внесение средств защиты растений вместе с микроудобрениями**

(Глава подготовлена по материалам, предоставленным к.б.н., директором по продажам ООО «Агрифлекс» М.П. Ладогиной)

Водорастворимые удобрения можно разделить на несколько групп:

1. Комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения с хелатами микроэлементов;
2. Концентрированные микроудобрения (без NPK), содержащие один или несколько микроэлементов (могут быть в хелатной форме);
3. Удобрения со стимулирующим эффектом (кроме питательных веществ, в них содержатся аминокислоты, гормоны и др.).

Применение всех водорастворимых удобрений является дополнением к основному внесению макроудобрений в почву. Способ внесения также значительно отличается. Обычная рекомендация производителей микроудобрений: применять их теми же распылителями и при тех же параметрах, что и средства защиты растений. Совмещение микроудобрений со средствами защиты растений, которые обычно содержат адъюванты, ПАВы и другие добавки, дает дополнительный положительный эффект. (Внимание! Необходимо быть осторожными при применении некоторых ПАВов, особенно на масляной основе). Обработки микроудобрениями желательнее проводить вечером, ночью, чтобы избежать ожогов. На солнце даже дистиллированная вода может спровоцировать ожоги (за счет эффекта линзы).

Для микроудобрений необходимо, чтобы капли, от 250 мкм, попадали на лист, хорошо его смачивали, не скатывались и медленно впитывались. Высыхание капель рабочей жидкости на растениях должно быть постепенным.

Сроки поступления различных питательных веществ в лист очень разные. Например, азот из карбамида поступает в лист в течение первых часов, а обычные формы фосфатов — в течение нескольких дней. Кальций из кальциевой селитры — несколько дней, кальций, связанный с аминокислотами, — несколько часов (для этого желательнее присутствие влаги на листьях). Необходимо, чтобы дождь не шел в течение первых двух часов после обработки. Норма расхода рабочей жидкости должна обеспечивать хорошее смачивание растений — именно на нее ориентируются производители

микроудобрений в своих рекомендациях. Снижение нормы расхода рабочей жидкости при низкой влажности воздуха может привести из-за сильного испарения капель к сильным потерям удобрений, либо удобрения из-за быстрого высыхания малого количества рабочей жидкости не успеют впитаться.

Оптимальные температуры для усвоения микроудобрений лежат в физиологически активном интервале от 17 до 25 градусов. Вне этого интервала температур усвоение удобрений замедлится. Агрономов всегда интересует положительный эффект от внесения удобрений. За счет некорневых подкормок мы «вслепую» снимаем дефицит питательных веществ и тем самым заставляем лучше работать корневую систему растений. В результате — видимый эффект. При превышении нормальных физиологических условий (температура, обеспечение влагой и др.) лимитирующими факторами будет не питание, а именно эти факторы. Эффекта от некорневой подкормки не будет или он будет незначительным. Более подробно описывается в разделе **ГУСТОТА ПОКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РАЗМЕР КАПЕЛЬ**.

Схожий вопрос есть при применении стимуляторов роста. Ростостимулирующий эффект может проявиться только при достаточной обеспеченности всеми другими элементами питания и влагой. Поэтому чаще всего стимуляторы роста рекомендуют применять вместе с азотосодержащими микроудобрениями, чтобы гарантировать наличие элементов питания для ускорения развития растений за счет применения стимуляторов роста. Нужно также учитывать, что экспресс-диагностика по множеству микроэлементов невозможна, и при применении приходится ориентироваться на собственный опыт, литературные и экспериментальные данные. Одно из основных противоречий при внесении пестицидов и микроудобрений заключается в следующем: оптимум для усвоения питательных веществ через лист — pH 5–7. Но pH=5 является минимально рекомендуемой при применении пестицидов. При меньшем значении pH происходит быстрое разложение многих пестицидов. Мы рекомендуем использовать для применения пестицидов растворы с pH около 6. Как правило, большая часть применяемых у нас

микроудобрений дает кислую реакцию среды при растворении. При этом 99 % воды, которая используется для обработок в России, имеет рН 7 и выше. Чаще всего применяют удобрения с рН 2,9–4 — т.е. с одной стороны, они улучшают качество воды (если она щелочная). Но с другой стороны, незнание реального рН раствора может привести к снижению эффективности пестицидов. Если используется вода с низким значением рН, то добавка микроудобрений может снизить рН до значения меньше 5 и при растворении пестицидов начнется их быстрое разложение.

Обратите внимание, что соединения бора на основе этаноламина имеют рН около 8 и там могут быть проблемы со стабильностью пестицидов (фунгицидов прежде всего) — при этом они могут сдвинуть рН раствора до значения 8. В идеале — надо представлять процессы, происходящие при растворении разных компонентов. Как минимум — знать рН воды, растворов микроудобрений и требования пестицида к рН, чтобы избежать ошибок.

### ▲ Практические рекомендации:

Внимательно читайте инструкции к микроудобрениям. Особое внимание обращайте на ограничения по применению и смешиваемости и на рН рабочей жидкости удобрений. Наша общая рекомендация: сначала надо приготовить раствор пестицидов и лишь потом, в самом конце смешивания, добавить микроудобрения (в идеале — контролируя рН на каждом этапе приготовления рабочей жидкости).

Это необходимо по нескольким причинам:

- ▶ изменение рН раствора при растворении микроудобрений;
- ▶ образование ионов в растворе, которые могут мешать растворению пестицидов;
- ▶ чаще всего — вряд ли будет вторая возможность внести пестициды (перерастут сорняки или начнется эпифитотия) — удобрения же можно внести еще раз. Поэтому правильнее будет прежде всего ориентироваться на требования к растворению пестицидов.

Кроме того, могут быть ограничения по растворимости удобрений (обычно это касается сульфатов калия — 100–110 кг/1000 л (для дистиллированной воды)). Также может быть усиление действия гербицидов, если удобрения содержат карбамид или вещества, улучшающие проникновение питательных веществ через лист. Хелаты не совмещаются с препаратами на основе меди и цинка. Если вода содержит много кальция, могут быть проблемы с растворимостью комплексных удобрений, которые содержат сульфаты и фосфаты. Есть удобрения, у которых этой проблемы нет, потому что использована специальная форма фосфора при отсутствии сульфатов.

### Dropleg<sup>UL</sup>

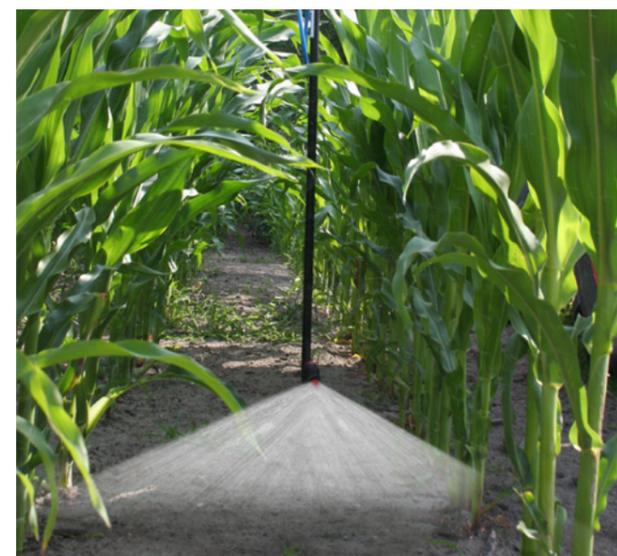
**Dropleg<sup>UL</sup>** — многоцелевой аппликатор для использования на пропашных и культурах сплошного сева.



**Dropleg<sup>UL</sup>** в комбинации с тремя форсунками используется для внесения (фунгицидов, инсектицидов, акарицидов, биостимуляторов и внекорневых подкормок микроудобрениями).



**Dropleg<sup>UL</sup>** в комбинации со специальной форсункой FT используется для внесения гербицидов на пропашных культурах, ниже точки роста культуры.



**Dropleg<sup>UL</sup>** в комбинации удлинительными трубками используется на пропашных культурах для внесения подкормок КАС в рядок. Основные пропашные культуры отзывчивы на внесения азотных удобрений в период активного роста. При помощи Dropleg<sup>UL</sup>, можно вносить подкормки КАС в рядки, избегая ожогов листовой поверхности.



**Dropleg<sup>UL</sup>** в комбинации с пятиструйной форсункой используется для внесения КАС в фазу трубкования в зерновых колосовых.



Эффективность многих СЗР зависит от качественного их распределения и его присутствия возле объекта, которого он контролирует. Обычными опрыскивателями такого результата невозможно достичь из-за архитектурной особенности растений, которая препятствует прямолинейному полету капель с форсунок. Листья формируют мертвые зоны для проникновения внутрь растений и к стеблям. Нижнюю же часть листьев невозможно обработать из-за особенности полета капель вертикально.

Для многих СЗР это критично, т.к. основная масса вредителей откладывает яйца с нижней ее части и там начинается отрождение личинок, а инсектициды передвигаются, в основном, по сосудам растений и, в основной своей массе, акропетально.



Работа форсунок на штанге опрыскивателя в комбинации с Dropleg<sup>UL</sup>



Работа нижних форсунок на Dropleg<sup>UL</sup>

Dropleg<sup>UL</sup>, в комбинации с тремя форсунками, используется на пропашных культурах в частности на подсолнечнике, кукурузе, сое, рапсе и прочих.

Три форсунки находятся: стандартная форсунка на штанге опрыскивателя и еще две форсунки на аппликаторе Dropleg<sup>UL</sup>. Для максимально эффективного использования рабочего раствора и его распределения по всему растению можно распределять и изменять объем рабочего раствора между верхними форсунками на штанге опрыскивателя и находящимися на Dropleg<sup>UL</sup>, практически в любой пропорции. Например, нам нужно использовать 300 л/га рабочего раствора

с целью максимально обработать средний ярус растения и нижнюю часть листьев. Для этого мы можем вылить 50 л/га рабочего раствора через форсунки, находящиеся на штанге, и 250 л/га через форсунки, находящиеся на Dropleg<sup>UL</sup>. При скорости в 9,0 км/ч, необходимы форсунки 1 шт IDK 120-015 каждые 50 см, и 2 шт FT 05 каждые 70 см и давление на форсунке 1,3 бара 1 шт IDK 120-015 каждые 50 см, и 2 шт FT 05 каждые 70 см. Тем самым, минимизирую риски сноса рабочего раствора и улучшая его распределение по всему растению, включая покрытие стеблей растений и нижних сторон листьев.



Качество покрытия стебля рабочим раствором при использовании Dropleg<sup>UL</sup>



Качество покрытия нижней стороны листьев подсолнечника рабочим раствором при использовании Dropleg<sup>UL</sup>



Качество покрытия стебля рабочим раствором обычным опрыскивателем



Качество покрытия нижней стороны листьев подсолнечника рабочим раствором обычным опрыскивателем

## Контроль опрыскивателя

В предыдущих изданиях брошюры «Теория и практика опрыскивания» не было отдельной главы, посвященной уходу и контролю за опрыскивателем, а также консервированию на зиму. Казалось, об этом все сказано в инструкции по эксплуатации опрыскивателя. Однако на практике иногда можно видеть картину абсолютно противоположную: опрыскиватели после обработки не промываются, а на зиму они остаются грязными и под открытым небом. Поэтому мы решили еще раз напомнить, что контроль опрыскивателя важнее, чем что-либо...

Немного о том, как проводится контроль опрыскивателей в Европе. Почему мы говорим о контроле, потому что, не ухаживая за опрыскивателем и не обеспечивая ему должное хранение зимой, вряд ли можно пройти предписанный государством контроль. Начиная с 1998 года, проверка опрыскивателей была официально узаконена законодательством в Германии. Согласно закону, было необходимо проводить техосмотр опрыскивателей каждые два года.

Согласно новым предписаниям ЕС от июля 2013 был увеличен интервал действия техосмотра с двух до трех лет и к 2020 году во всех странах ЕС должен быть один регламент и интервал технического осмотра. Обычно перед началом сезона сельхозпроизводители получают письмо-напоминание и перед специализированными, сертифицированными мастерскими будут стоять сельхозпроизводители со своими опрыскивателями, чтобы, согласно предписаниям, «сделать» техосмотр.

В СНГ и Украине пока нет таких законов, предписывающих техосмотры опрыскивателей, поэтому техническое состояние опрыскивателей зависит только от нас. Попробуем разобраться, что дает техосмотр сельхозпредприятиям. Проверки опрыскивателей, проводимые профессиональными экспертами, дают нам ценную информацию, которая будет полезна как в ходе эксплуатации, так и для обеспечения и поддержания технического состояния опрыскивателя.

### Цель технической проверки:

- ▶ убедиться в техническом состоянии опрыскивателя в целом;
- ▶ проверить техническое состояние отдельных узлов;
- ▶ проверить качество и точность распределения.

### Какая цель выезда опрыскивателя в поле?

**Равномерно внести препарат на всем и каждом отдельном участке поля. Это возможно, только зная коэффициент вариации всей штанги, а не норму вылива каждой отдельной форсунки (как нетокороты аграрии проверяют при помощи подвешенных бутылочек).** Это как раз те факторы, которые непосредственно влияют как на достижение результата, так и на окружающую среду. Кроме того, очень важно, чтобы опрыскивающая техника в течении всего периода полевых работ функционировала безупречно. При вводе в эксплуатацию после перезимовки (о подготовке к которой речь будет далее), опрыскиватель должен быть чистым внутри и снаружи и ни в коем случае не содержать остатков пестицидов. Конечно же, Вы все это сделали уже перед тем, как поставить опрыскиватель на зимнее хранение.

Если опрыскиватель перезимовывал с незамерзающей жидкостью, ее необходимо слить в канистры, чтобы сохранить до следующего сезона.

Вместе с этим как раз можно провести «первое опрыскивание»: для этого нужно залить опрыскиватель водой и проверить визуально: нет ли где-то течи, а заодно и «пролить» форсунки, т.е. проверить их на норму вылива. Это мероприятие обязательно проводить с водой, чтобы остатки средств защиты растений ни в коем случае не оказались в канализации или близлежащих водоемах и, тем самым, не загрязняли окружающую среду.

Особенное внимание надо уделить **безопасной эксплуатации опрыскивателя**. Безопасность опрыскивателя в транспортном положении, штанги должны быть надежно закреплены во время движения. Механизм складывания и крепления штанг должны быть в безупречном состоянии и обеспечивать работу штанги как во время передвижения по дороге, так и во время работы на поле. Ни в коем случае для их крепления не должны использоваться веревки, тросы, цепи и другие вспомогательные средства.

**Освещение** (лампы, фары, фонари), в том числе используемое, при передвижении по дорогам должно быть исправным.

**Знаки**, обозначающие крупногабаритное транспортное средство, должны быть хорошо различимы. Обратит внимание на штекеры и разъемы: они не должны содержать следы коррозии

и быть не «расшатанными» То же самое относится и к электросистеме. **Кожух ВМ** должен быть целым, не поврежденным и выполнять свои защитные функции. Проверьте **насосы** особенно те, в которых большую роль играет уровень масла. При низком уровне масла необходимо произвести долив масла до уровня, учитывая его спецификацию, рекомендованную производителем марки насосов. Если подошло время смены масла, предписанное регламентом по техобслуживанию, то необходимо его поменять. Обычно это делается один раз в год, поэтому весной, перед началом мероприятий по защите растений, — самая лучшая возможность провести замену масла.

Проверить **мембраны и вентили** на повреждения и при необходимости заменить их. Поврежденные мембраны обычно чаще всего наблюдаются в пневмонасосах и, как правило, их можно определить по повышенному уровню пенящегося молочно мутного цвета масла. Очень важно проверить: держит ли опрыскиватель давление.

### Контроль шлангов и фильтров.

Все имеющиеся в опрыскивателе штанги и трубопроводы необходимо проверить на изношенность (старение) и повреждения (порывы, трещины, потертости). Провести обязательную проверку шлангов и трубопроводов на устойчивость к давлению и СЗР и при необходимости заменить их. При замене необходимо помнить, что обычные садовые шланги не подходят для этих целей. Подходящие для этих целей шланги имеют специальное обозначение и спецификацию.

Проверить места **соединения шлангов и крепящие хомуты** на прочность крепления, при необходимости подтянуть их. Шланги в области штанги должны быть расположены так, чтобы при складывании штанги они не растягивались и не пережимались. Шланги, ведущие к индикатору уровня, необходимо заменить, если они во время эксплуатации состарились, на них есть отложения. Очищенные, промытые фильтры (всасывающие, напорные и пофорсуночные) проверить на повреждение и заменить. **Фильтры** должны соответствовать друг другу. И, конечно же, необходимо провести проверку распылителей.

В первую очередь необходимо проверить на повреждения и засоры. Если визуально форсунки выглядят изношенными и поврежденными, то необходимо их заменить. К сожалению, визуально, просто посмотрев на факел распыла при работе

опрыскивателя, невозможно определить степень износа. Для этого имеются специальные стенды (в том числе переносные) — они позволяют оценить не только норму вылива, но и неравномерность расхода воды по ширине захвата штанги (коэффициент поперечного распределения). Исходя из того, что такого стенда нет, нам придется действовать подручными средствами. В связи с этим можно посоветовать: покупайте распылители проверенных производителей. Например, фирма «Lechler» гарантирует высокое качество выпускаемых распылителей, у которых коэффициент поперечного распределения строго выдерживается в зависимости от типоразмера для определенного давления. Единых рекомендаций по срокам замены распылителей не существует, так как на процесс износа влияют много факторов, причем одновременно, начиная с жесткости воды, заканчивая смесью препаратов. Приводимые в литературе рекомендации по замене в часах работы — весьма условны и зависяют, прежде всего, от абразивности раствора. Поэтому в начале каждого сезона мы предлагаем просто заменить все старые распылители на новые. Если Вы не можете это себе позволить, то обязательно нужно провести калибровку распылителей. Калибровка позволяет нам, как до начала сезона, так и в полевых условиях, определить необходимость замены распылителей. В процессе калибровки замеряется расход воды каждого распылителя.

Согласно самым простым рекомендациям фирмы Lechler, не требующих особых инвестиций:

- ▶ приобрести простой тестер давления на форсунке (см. фото странице 20);
- ▶ провести измерение 1 форсунки на рабочей секции, которую Вы будете, раз в неделю, проверять. Одну и ту же форсунку из секции (если многопозиционный держатель, проверяем, соответственно, ту форсунку, набор которой использовался на этой неделе). Как определить этот держатель? Выбираем средний между входом и торцом рабочей секции:
- ▶ залить в опрыскиватель чистую воду;
- ▶ выставить на манометре тестера проверочное давление (что бы можно было сверить с табличными значениями, к примеру при 3,0 бара из любой синей ISO форсунки будет выливаться 1,19 л/мин);
- ▶ под работающий факел резко подставить мерный стакан (любую емкость) и одновременно в течении 30 или 60 секунд провести и отбор жидкости;
- ▶ собранную жидкость взвесить на электронных весах.

Если значение этих форсунок отклоняется от табличных на 10 %, в любую сторону - следует заменить весь набор. Первую такую проверку после установки новых распылителей необходимо сделать уже после первой недели работы с ними. На это будет уходить у Вас всего 15 мин раз в неделю, но поможет Вам сэкономить как средства защиты растений, обеспечит их биологическую эффективность, так и внести свой вклад в сохранение экологии нашей планеты для нас и наших детей. Хотя эта проверка не даст ответ на главный вопрос: будет ли равномерно попадать препарат на целевую поверхность, для этого необходимо специализированное оборудование для проверки коэффициента вариации (к примеру Spraytest 2000 компании Ernst Herbst Prüftechnik e.K), но все же лучше чем полное бездействие. Но все больше в разговорах с аграриями, производителями СЗР и техники подымается этот вопрос, так как при экспорте товаров и сырья в ЕС необходимо предоставлять удостоверяющие документы контроля качества производства и выращивания на всех этапах, в том числе полной технической исправности опрыскивателей. Самая, на наш взгляд, удобная рекомендация для крупных хозяйств: приобрести заранее несколько комплектов полимерных распылителей в зависимости от ваших потребностей и менять их несколько раз за сезон, а также при переходе от культуры к другой культуре.

Чтобы правильно подобрать распылители, воспользуйтесь таблицами расходов или калькулятором на нашем сайте, а также мобильным приложением.

#### Что можно еще проверить, проверяя распылители?

При замене распылителей чаще всего требуется замена прокладок (уплотнителей), обратите внимание на правильную толщину прокладок. Распылители не должны подтекать во время работы. Кроме этого следует проверить и отсекатели, после отключения форсунок жидкость не должна скапывать дольше 2 секунд. При необходимости поменяйте мембраны отсекателей.

Устанавливая новые распылители, не забывайте, что распылители должны устанавливаться под углом 5–10° по отношению к штанге, чтобы избежать соприкосновения факелов распыла. Лучше всего для этого используйте инструкцию, прилагаемую к опрыскивателю. Как правило, этот угол уже интегрирован в конструкцию держателей форсунок. Остается только проследить, чтобы используемые колпачки плотно фиксировали форсунку и не

давали ей самопроизвольно проворачиваться. Арматуры должны легко обслуживаться и быть герметичными. Манометр должен быть в рабочем состоянии, легко читаем и соответствовать рабочему давлению.

На практике может наблюдаться следующий момент, связанный с заменой распылителей: вы купили комплект новых инжекторных распылителей, поставили, а распылители начали «плевать». Как оказывается, дело тут не в распылителях, а это первый признак того, что в гидросистеме вашего опрыскивателя есть воздух, поэтому нужно искать место, откуда этот воздух попадает в систему. Исходя из опыта, чаще всего, проблема кроется в дешевых, не очень качественных всасывающих шлангах. (Об этом писалось выше, что шланги для опрыскивателей должны иметь специальную маркировку и быть устойчивыми к работе в агрессивной среде) Визуально нельзя отличить качественный шланг от некачественного, особенно, когда шланги новые. И после определенного времени эксплуатации шланг начинает «травить» воздух, хотя на этом этапе он еще достаточно герметичен для воды.

Поэтому не надо удивляться, что опрыскиватель не течет, а воздух в систему уже попал. Воздух в системе опрыскивателя очень опасный компонент, он:

- ▶ **выводит** из строя насос любого типа – кавитация постепенно уменьшает производительность, а следовательно, если насос всего один – рабочий раствор перемешивается в ходе опрыскивания хуже;
- ▶ **выпадает** осадок, который
- ▶ **забивает** всасывающий фильтр, насосу приходится прилагать больше усилий, создается пониженное давление, через микропоры шлангов и плохо затянутые стыки происходит очередной подсос воздуха – это сценарий хозяйств, механизаторы в которых не чистят фильтры, другие же, кто им уделяет должно внимание, могут их чистить не предназначенными для этого инструментами, как отверта или просто даже избавить себя от головной боли заглядывая в фильтры и выкинуть фильтрующие сетки – что тоже приведет к выходу из строя насоса, но уже не воздухом, а посторонними предметами);
- ▶ **вносит** свои коррективы в работу расходомера (в итоге будет внесена норма, ниже рассчитаной, добавить к этому еще неотрагированную штангу, использование давно изношенных щелевых форсунок, работу в пограничных или в недопустимых погодных условиях, отсутствие какой либо заинтересованности

операторов опрыскивателей в конечном результате всего хозяйства (необходимо не только за 1 га обработанной площади оплачивать труд операторов, но и премию в виде заранее оговоренного процента от прибыли всего предприятия выплачивать, чтобы оператор начал интересоваться агробиологическим аспектом своей работы у агронома);

- ▶ **предотвращает** корректную работу инжекторных форсунок. Поэтому, если вы заметили, что новые распылители «плюются», то считайте вам повезло, потому что вы получили сигнал о неисправности опрыскивателя и сможете сразу же устранить проблему, иначе неизвестно, с какой нормой расхода вы обработаете свое поле, и неизвестно, какой результат получите.

**ВНИМАНИЕ!** Если собираетесь использовать опрыскиватель для внесения КАС, необходимо также осмотреть все окрашенные части опрыскивателя, в том числе в труднодоступных местах, и в случае повреждения слоя краски – необходимо окрасить все поврежденные места. КАС – очень коррозионная жидкость, и если оставить участки с поврежденным слоем краски, возможно очень сильное развитие коррозии, включая сквозную коррозию металлических частей. Не забывайте, что КАС очень сильно обезжиривает – поэтому необходимо смазать клапаны и другие элементы оснастки опрыскивателя до и после работы с КАС.

#### КОНСЕРВАЦИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ НА ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Перефразируя известную поговорку «Готовь сани летом, а опрыскиватель осенью», поговорим о мероприятиях по подготовке опрыскивателя к зимнему хранению. Своевременная и качественная подготовка опрыскивающей техники к зимнему хранению и следующему сезону позволит избежать затрат на дополнительный весенний ремонт и сразу приступить к полевым работам весной следующего года. При этом достаточно затратить всего несколько часов на подготовку к следующему сезону. Во время подготовки опрыскивателя к зимнему хранению стоит провести и техническую проверку опрыскивателя, о которой уже говорилось в начале главы.

При подготовке опрыскивателя к зиме воспользуйтесь инструкцией по эксплуатации Вашего опрыскивателя, в которой указаны все основные нюансы данного мероприятия!

Наверняка в каждом хозяйстве есть инструкция по эксплуатации опрыскивателя, в которой изложены подробные рекомендации по консервации опрыскивателя на зиму. Поэтому мы выделим лишь основные пункты в качестве напоминания.

Начнем с того, какие мероприятия необходимо провести еще до того, как начнется подготовка к зиме. Очистка и промывка опрыскивателя должны проводиться каждый раз в конце работы на поле. Универсальное правило: чем быстрее и тщательнее проводится очистка опрыскивателя после каждого использования, тем меньше будет возникать неполадок и тем дольше будет срок эксплуатации.

Непосредственно перед консервацией на хранение:

- ▶ осматриваем все механизмы, проверяя, нет ли пережатых шлангов, обрывов и повреждений корпусов корпусов держателей форсунок распылителей;
- ▶ проверяем качество масла, которое должно находиться в бачке долива масла, размещенного сверху насоса: в масле не должно содержаться посторонних жидкостей и примесей;
- ▶ осматриваем все шланги опрыскивателя, нет ли на них деформаций или повреждений;
- ▶ выявленные недостатки устраняются.

Все эти работы необходимо провести до наступления отрицательных температур, потому что у воды есть одно очень неприятное свойство: когда она замерзает, она расширяется на 10 %. Это очень большая опасность для Вашего опрыскивателя! Особую опасность она представляет для литых деталей из металла и жесткого пластика, которые не могут расширяться. И именно эти детали имеют самую высокую стоимость в системе циркуляции жидкости. Возможно, потребуются несколько промывок с целью вымыть все остатки препаратов.

При сливе не забудьте также о баке чистой воды и баке для мытья рук. Оставьте насос до тех пор включенным, пока жидкость не перестанет распыляться из форсунок. Но не стоит забывать, что конструктивно в опрыскивателях остается всегда от 30 до 50 л воды (а на поле рабочего раствора) – даже если при опрыскивании из форсунок ничего не распыляется. Чем от большего количества жидкости вы избавитесь, тем лучше.

Обычные прицепные опрыскиватели позволяют довольно легко провести все операции по «обезжизвлению». С большими же прицепными и самоходными опрыскивателями всё сложнее. Из-за этого большинство практиков используют антифриз, несмотря на то что существует два способа хранения

элементов механизмов машины для опрыскивания. Это касается элементов опрыскивателя наиболее подверженных воздействию холода. В первом случае, при нахождении опрыскивателя зимой в холодном помещении, необходимо снять следующие элементы: насос, регулятор распределения жидкости, манометр, все фильтры — и убрать их в теплое помещение. При хранении опрыскивателя в теплом помещении демонтаж элементов опрыскивателя не производится: они остаются на опрыскивателе, но при этом в систему на время хранения заливается антифриз без содержания алкоголя. Все электронные блоки систем навигации или бортовых компьютеров в любом случае зимой нужно хранить в сухом теплом помещении.

### Практические рекомендации:

При любом способе хранения, независимо от того, холодное оно или теплое, снять всасывающие и напорные фильтры, манометр и компьютер и положить их на хранение в помещении, защищенном от мороза, а в систему залить антифриз!

Исходя из практического применения установлено, что наилучшим образом проявляет себя антифриз для автомобилей. Позитивный побочный эффект: вещество сохраняет и ухаживает за деталями из мягкой резины. Для прицепного опрыскивателя необходимо около 100 л антифриза. В зависимости от региона и способа хранения этого достаточно для температур до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Для разведения вам понадобится около 30–50 л концентрата. Стоимость одного литра около 2–3 €. Разведите концентрат до заливки в опрыскиватель. Если вы предполагаете, что несмотря на все ваши усилия в системе имеются остатки воды, то следует сделать раствор более концентрированным, чтобы его можно было использовать в следующем году. Антифриз будет менее разбавлен и, таким образом, до двух третей может быть использован повторно в конце следующего сезона.

Теперь включите насос и поочередно переключайте все функции опрыскивателя. Из форсунок должен начать распыляться антифриз из каждой форсунки, если установлен многопозиционный держатель переключите ручную или автоматические все форсунки поочередно. Не забудьте также об очистителе или мойке высокого давления!

### Практические рекомендации:

Не стоит применять КАС в качестве антифриза. КАС предотвращает замерзание, но очень агрессивен к металлическим частям и резиновым уплотнителям.

Для сохранения покрышек колес рекомендуется их поддомкратить. Это займет немного больше времени, но если агрегат будет долго стоять на одном месте — это ни в коем случае не повредит.

### Коротко о важном!

- ▶ Слить жидкость из опрыскивателя, остатки развести водой и внести на поле через распылители. Промывка должна проводиться в поле или под открытым небом, ни в коем случае не допускать, чтобы загрязненная вода попала в водоемы или канализацию.
- ▶ Провести очистку опрыскивателя снаружи и внутри (не забудьте надеть защитную одежду и ни в коем случае не залазить в бак!!!!)
- ▶ Контроль распылителей, возможно придется поменять отсекатели и распылители.
- ▶ При необходимости снять насос, у мембранного насоса проконтролировать мембраны и ход каждого поршня - люфт на 1 мм - это -5% от производительности насоса!
- ▶ Опрыскиватель осушить, проветрить или залить антифриз.
- ▶ Штанги, приводной вал и шарниры смазать, металлические части обработать против ржавчины и поставить опрыскиватель в защищенном от солнечных лучей и атмосферного воздействия месте.

На распылители и фильтры следует обратить отдельное внимание. Мы уже неоднократно говорили и писали о том, что в процессе эксплуатации распылители изнашиваются, а высокие нагрузки на технику в сочетании с другими факторами износа (напр. абразивность рабочего раствора) способствуют еще более быстрому износу. В ходе такой проверки можно выявить, что некоторые одиночные распылители показывают отклонение от среднего значения больше или меньше допустимых 10%. На практике это означает не только отклонение, а очень сильную неточность в поперечном распределении СЗР, которая приводит, например, к недостаточной биологической эффективности и может стоить много денег.

Мы рекомендуем все использованные распылители снять и утилизировать: чаще всего они сильно изношены. Не надо отдавать их хранить, чтобы на следующий год использовать в качестве сменных! Это тот случай, когда бережливость может обернуться расточительностью. Если распылители относительно новые, можно провести их калибровку: замерить расход воды за 1 минуту, начиная с крайних на штанге. Если у 2-х распылителей отклонение более  $\pm 10\%$  — надо заменить весь комплект распылителей на штанге.

На следующий сезон мы рекомендуем заранее приобрести несколько комплектов распылителей с учетом планируемых обработок всех культур, комплекты для замены, резервные и тд. Скорее всего, потребуется несколько комплектов однофакельных и двухфакельных инжекторных распылителей для разных культур с учетом рекомендаций планируемых к применению пестицидов.

Если планируете вносить КАС, то стоит позаботиться о приобретении специальных распылителей FD и шлангов-удлинителей для внесения КАС - шланг 5S (не забудьте о дозирующей шайбе для шлангов).

Особое внимание надо уделить фильтрам — обычно индивидуальные фильтры, стоящие перед распылителем выкидываются за «ненужностью». Поэтому необходимо приобрести новые фильтры для распылителей (с учетом требований распылителей) и весной поставить их обратно. Чтобы облегчить задачу выбора распылителя, в нашем каталоге рядом с каждым типоразмером распылителя указан необходимый размер фильтра. К примеру для форсунок ID 120-03 и IDTA 120-06 рекомендуем применять индивидуальный фильтр на 60 и 50 Мэш; в крайнем случае можно поставить один единственный фильтр на 80 Мэш на напорной линии. Необходимо также проверить состояние и соответствие рекомендациям всех других фильтров опрыскивателя.

Хотелось бы напомнить, что, покупая распылители неизвестного происхождения, не всегда можно быть уверенным в их качестве. Каждая партия распылителей, произведенных на заводе компании Lechler, проходит контроль качества на каждом этапе производства на специальных стендах, и только после этого они покидают стены завода.

### Над данным изданием работали:



#### Николай Плетенчук

Региональный менеджер СНГ и Украины

✉ N.Pletenchuk@lechler.de

+49 172 346 49 49  
+38 044 392 49 79



#### Евгения Полянская

Консультант компании Lechler GmbH в России

✉ janett-ya@yandex.ru

+7 916 343 93 53



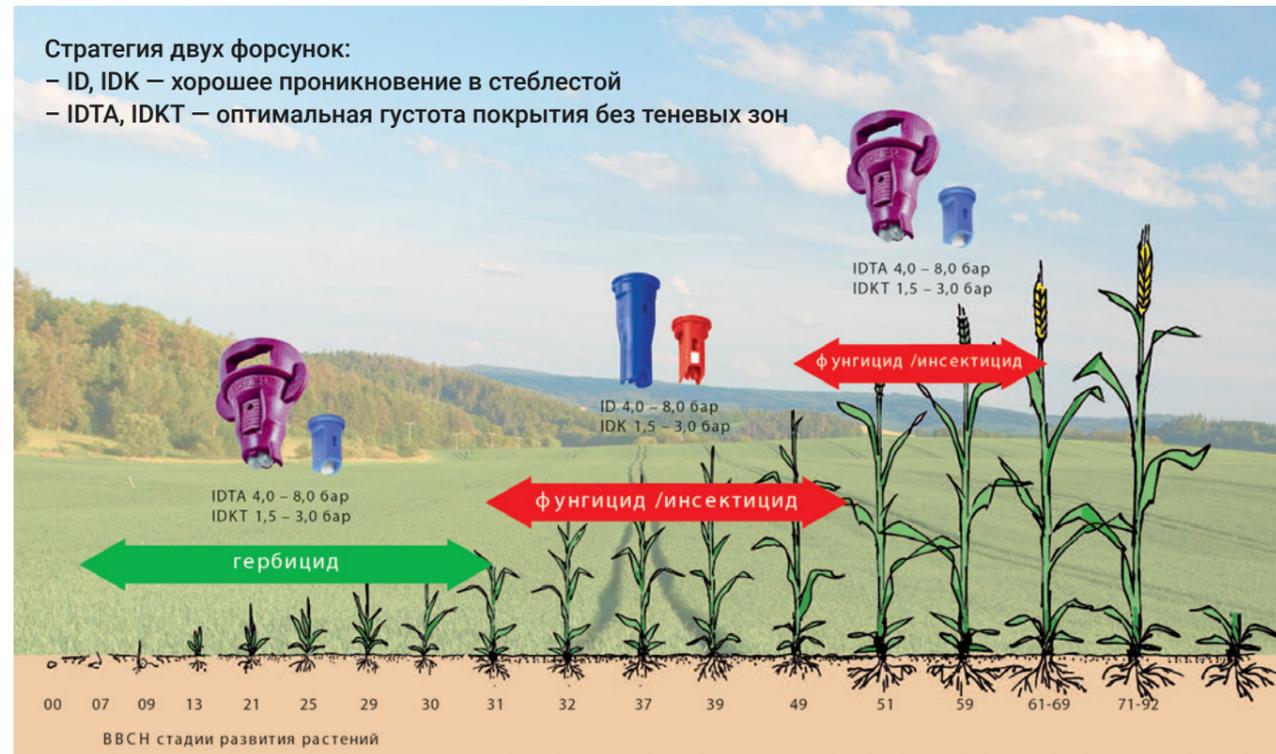
#### Дмитрий Стратиевский

Консультант компании Lechler GmbH в Украине

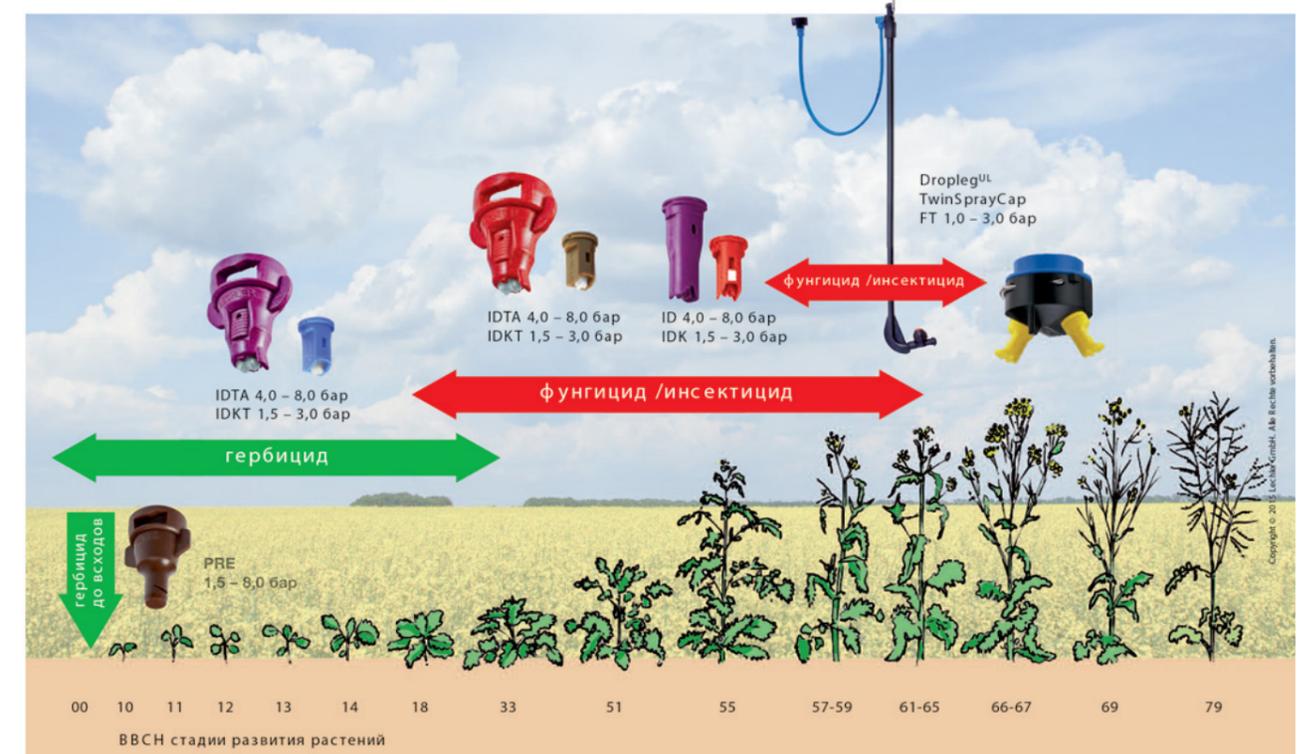
✉ stratievskyy@gmail.com

+38 050 353 54 85

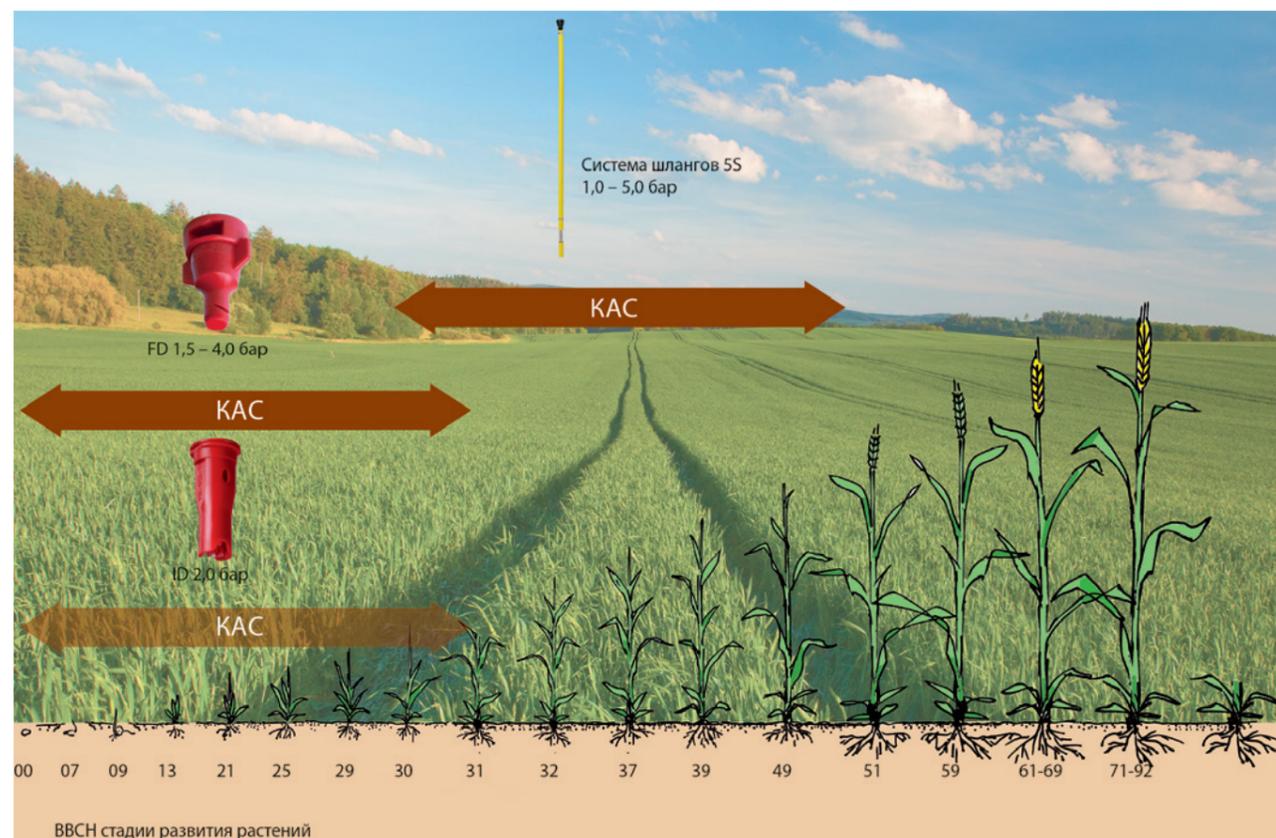
### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на зерновых колосовых



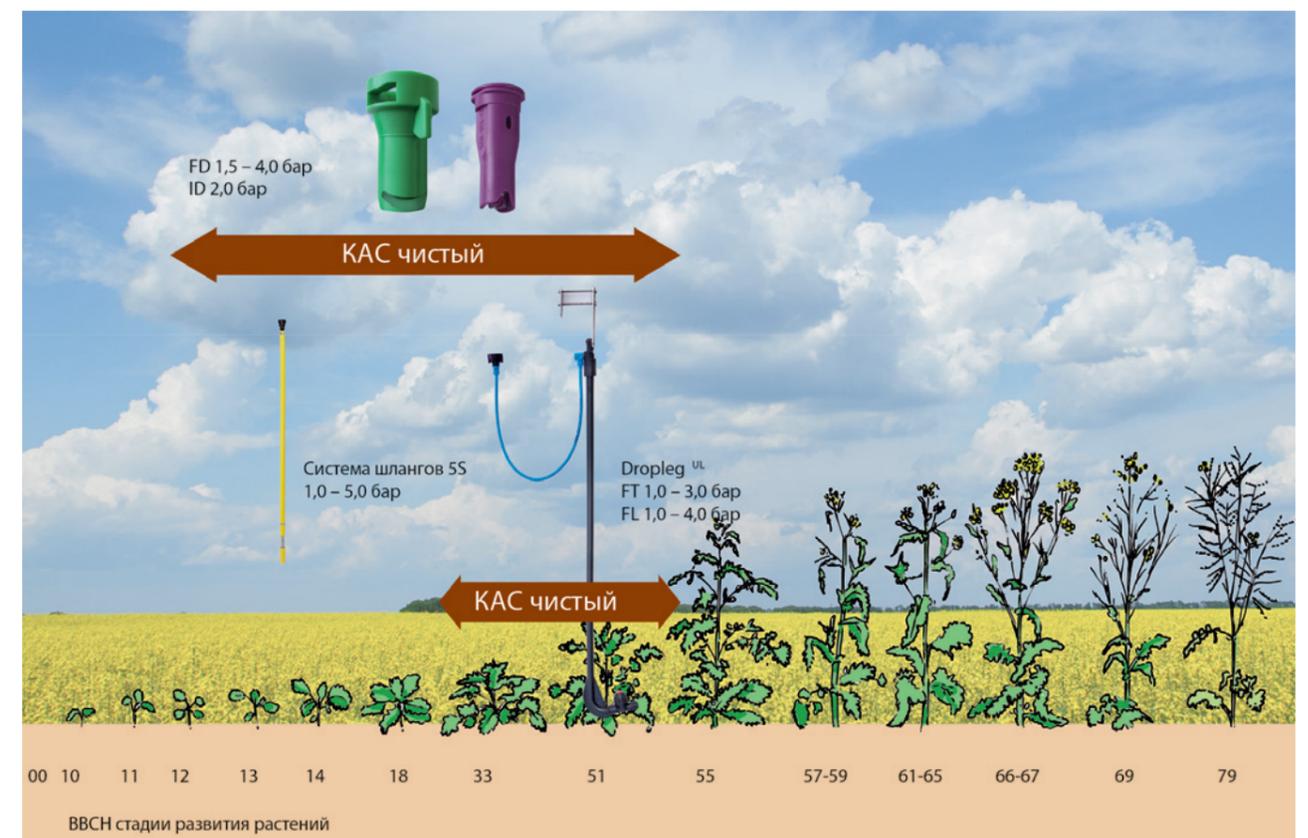
### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на рапсе



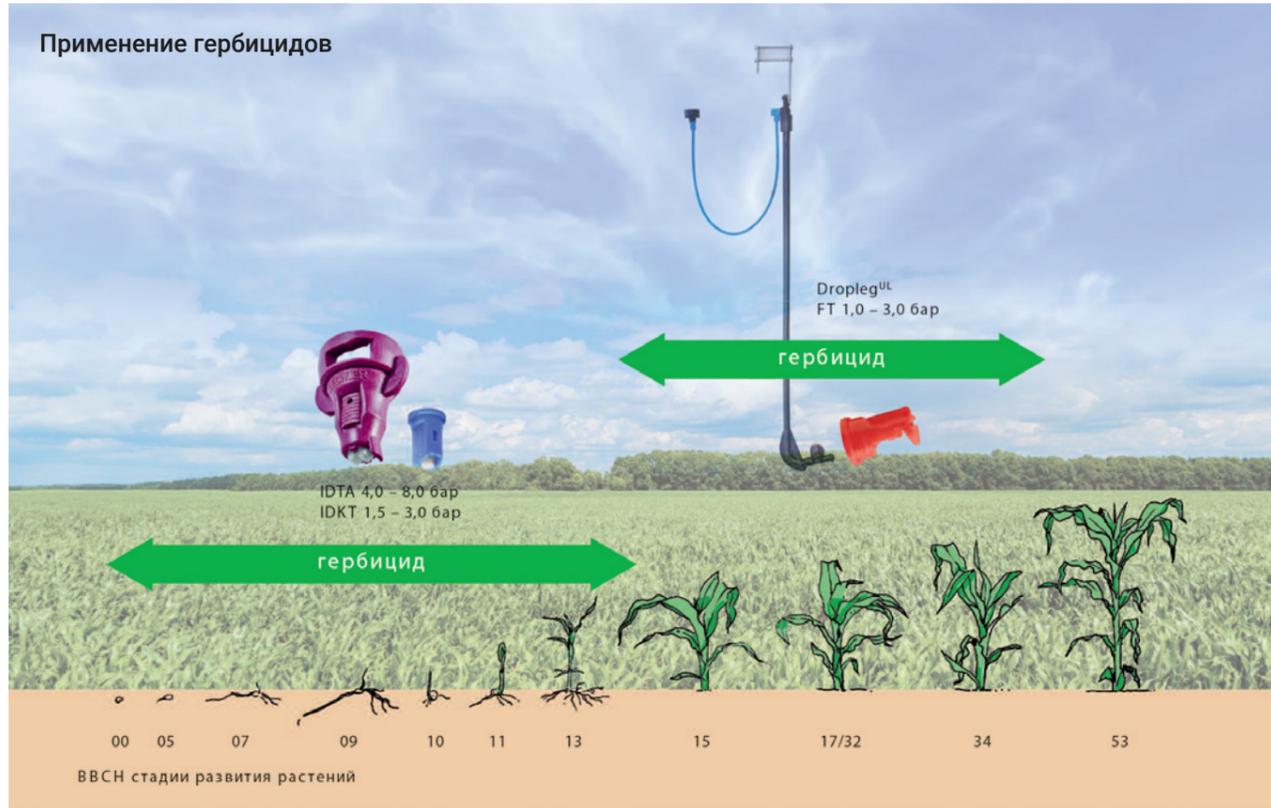
### Рекомендации по применению распылителей для внесения КАС на пшенице



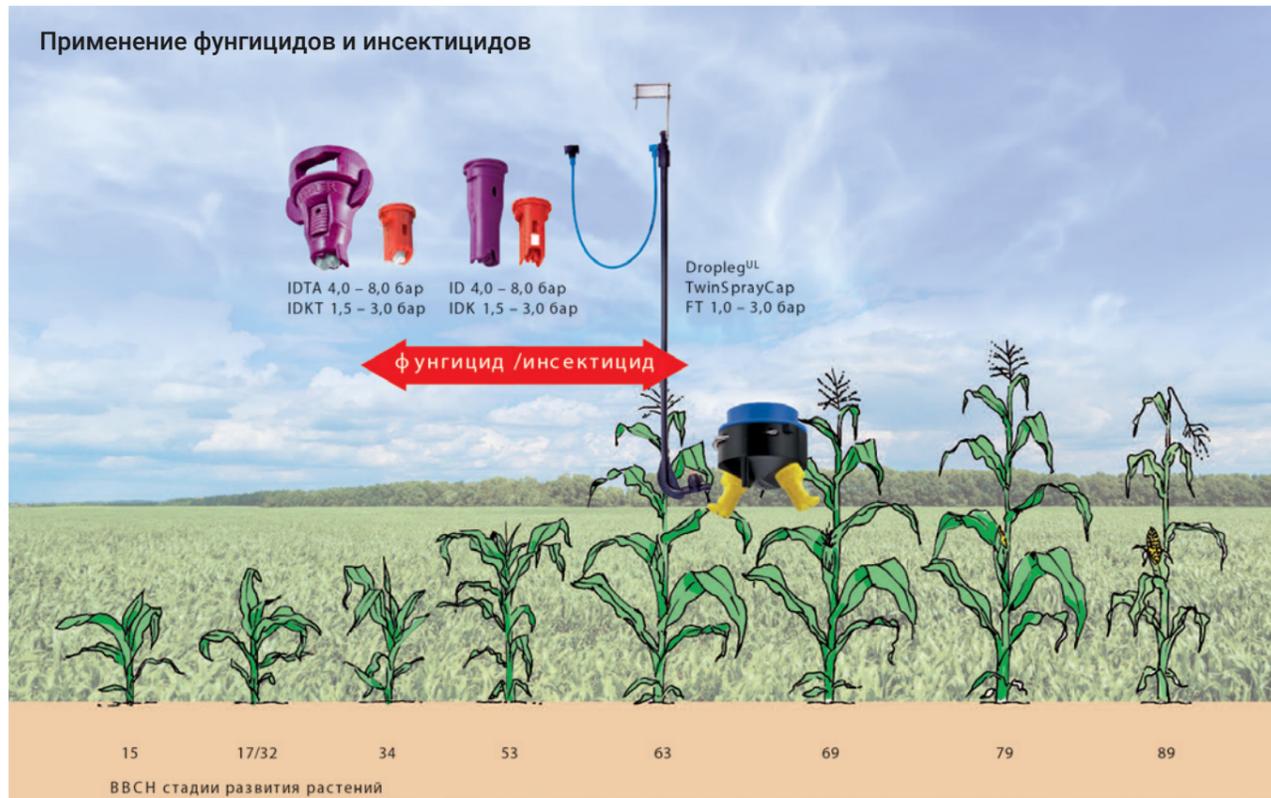
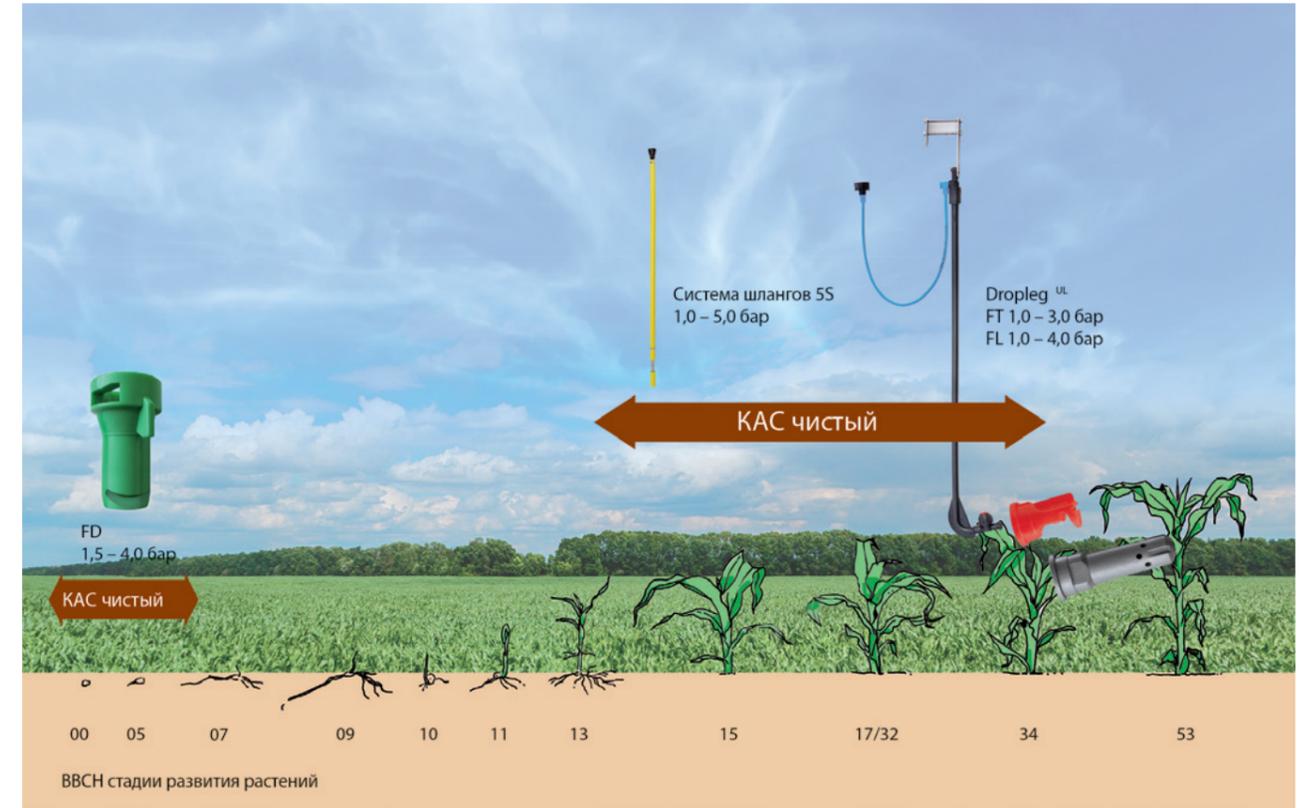
### Рекомендации по применению распылителей для внесения КАС на рапсе



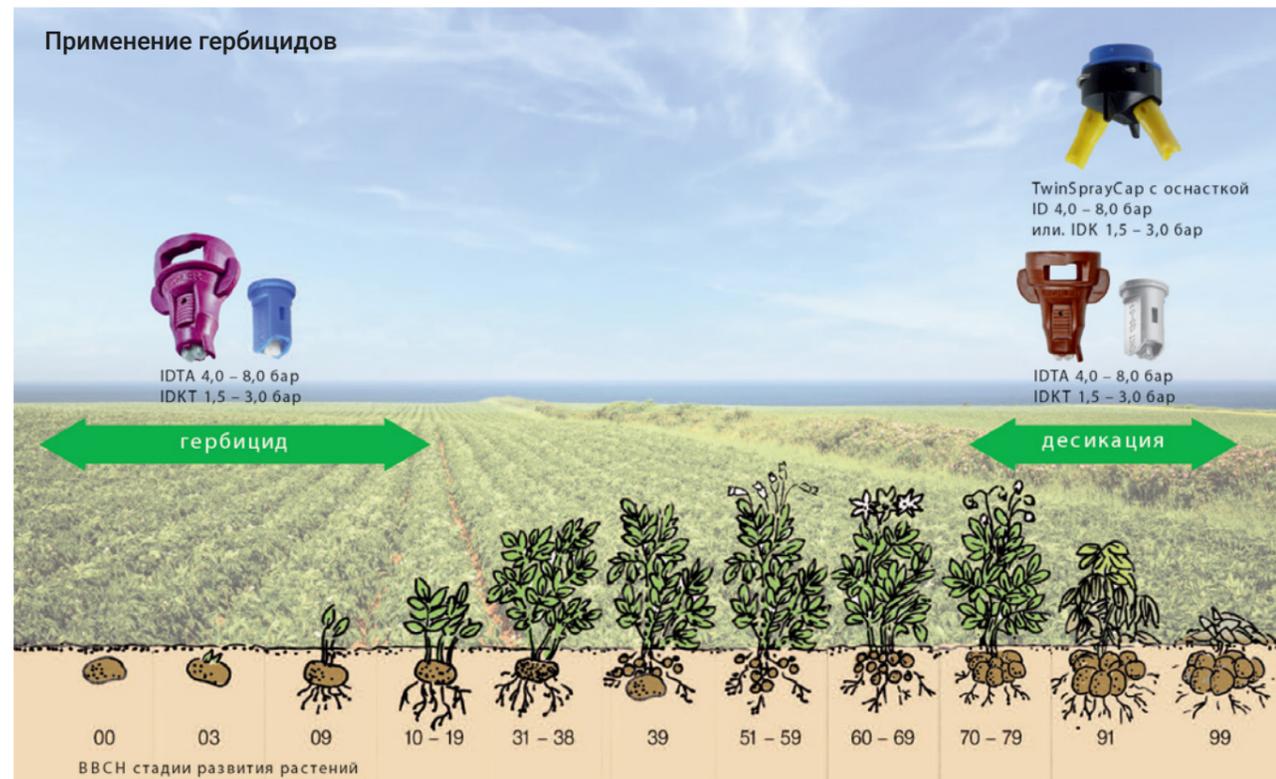
### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на кукурузе



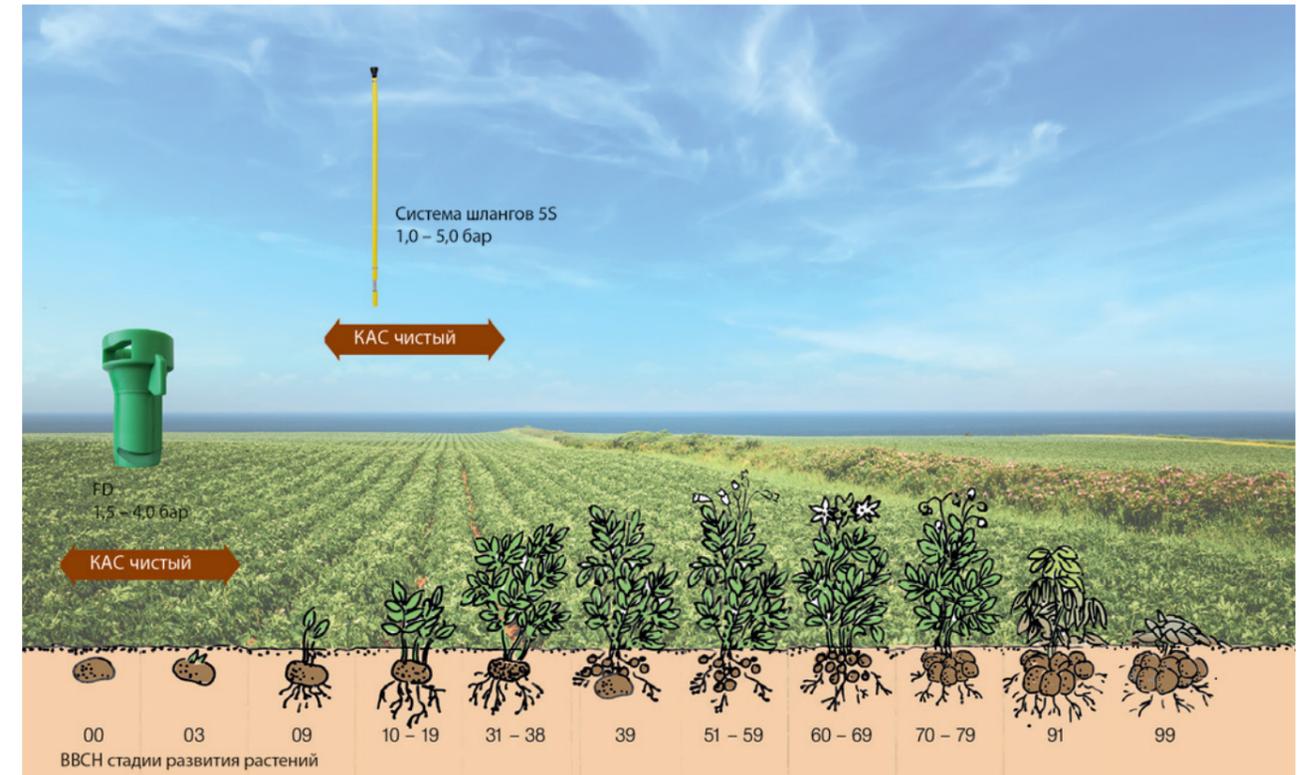
### Рекомендации по применению распылителей для внесения КАС на кукурузе



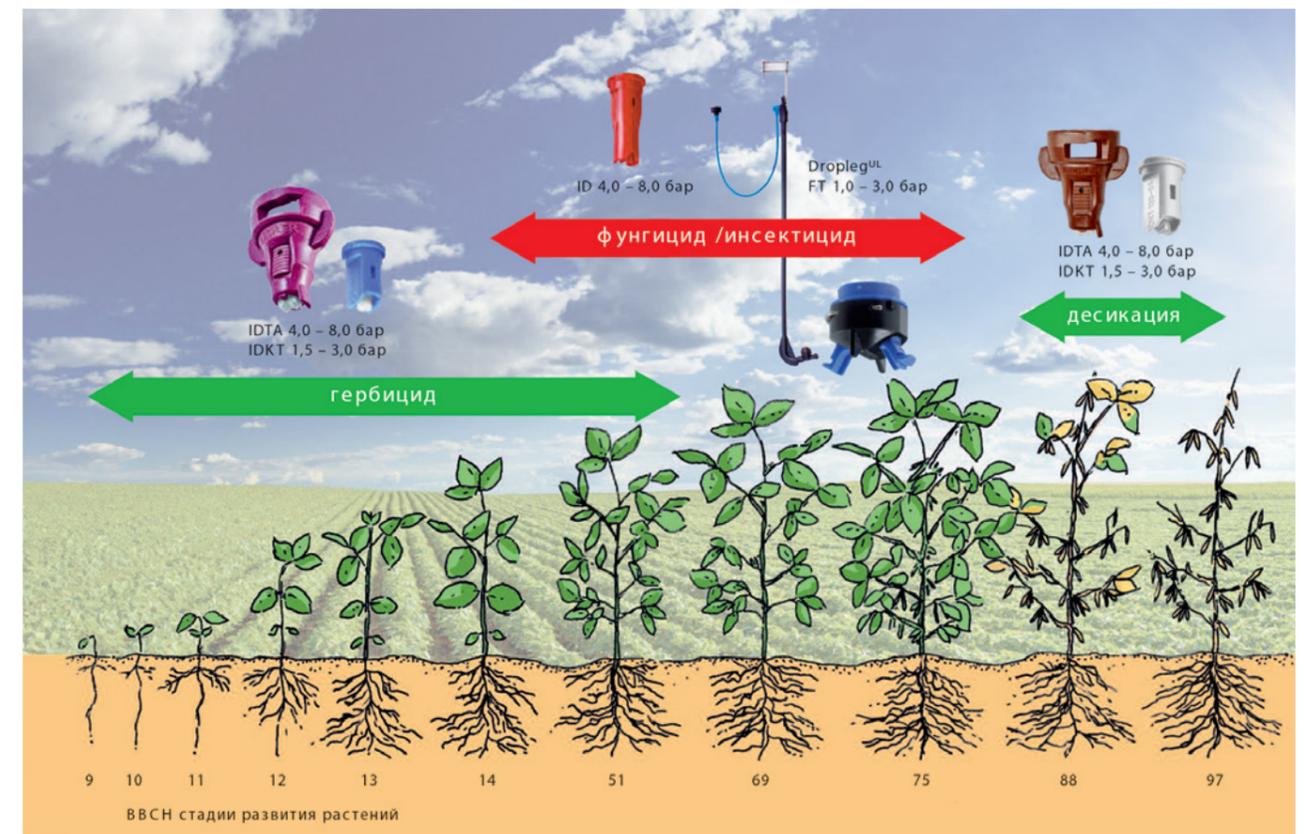
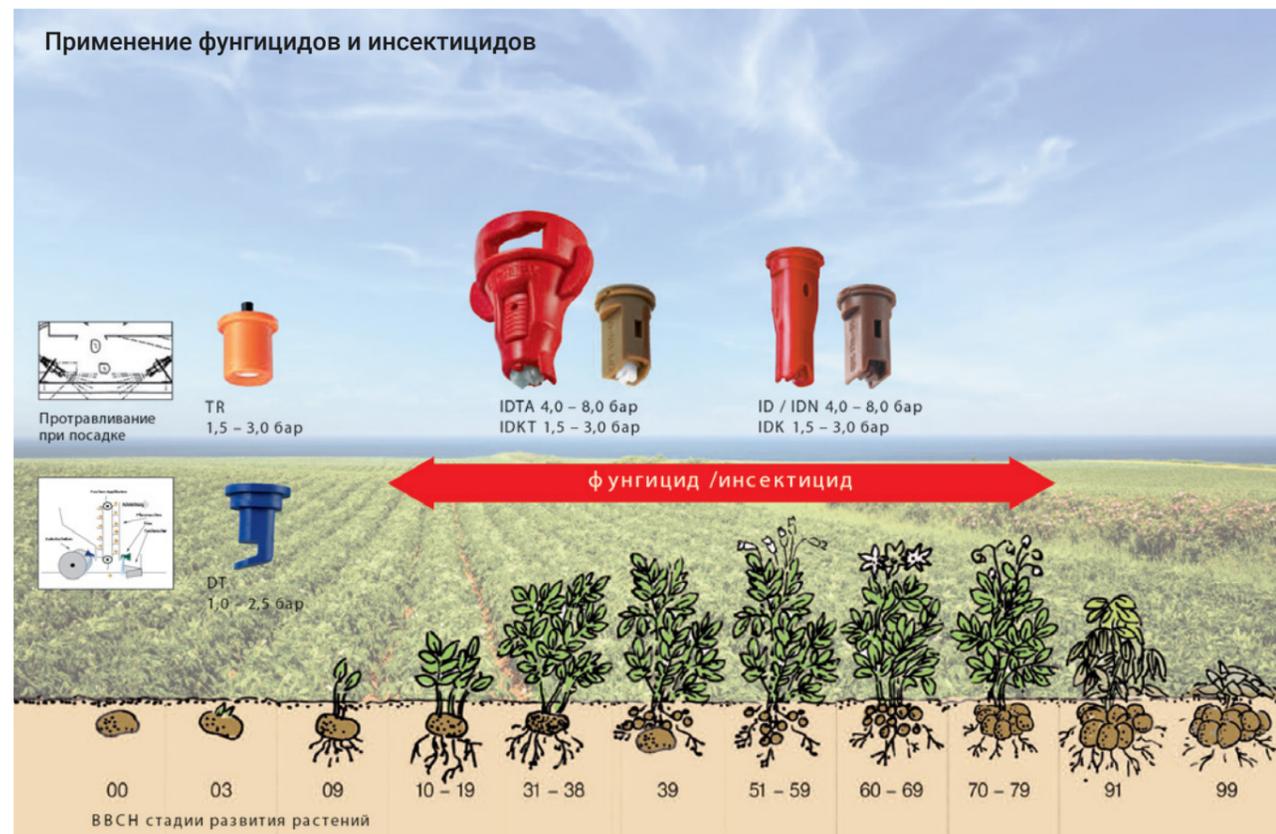
### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на картофеле



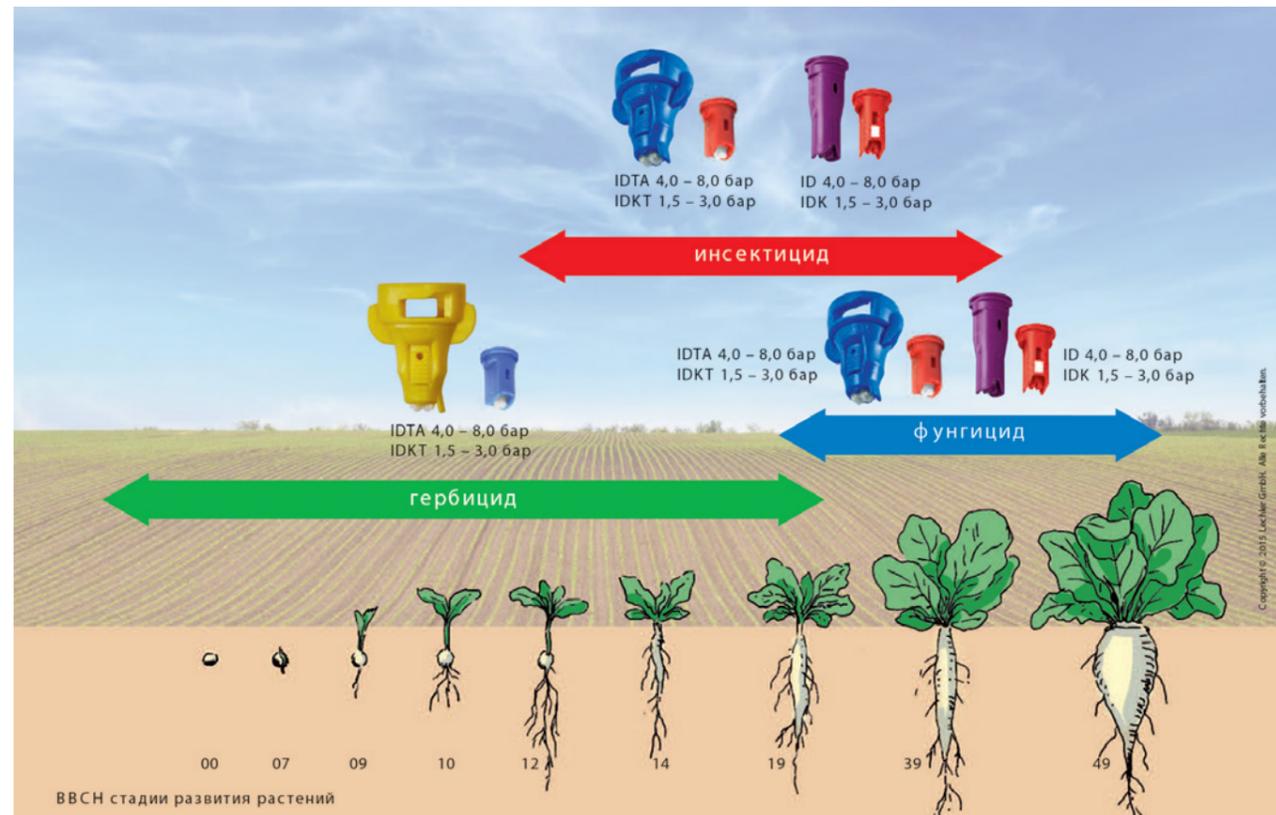
### Рекомендации по применению распылителей для внесения КАС на картофеле



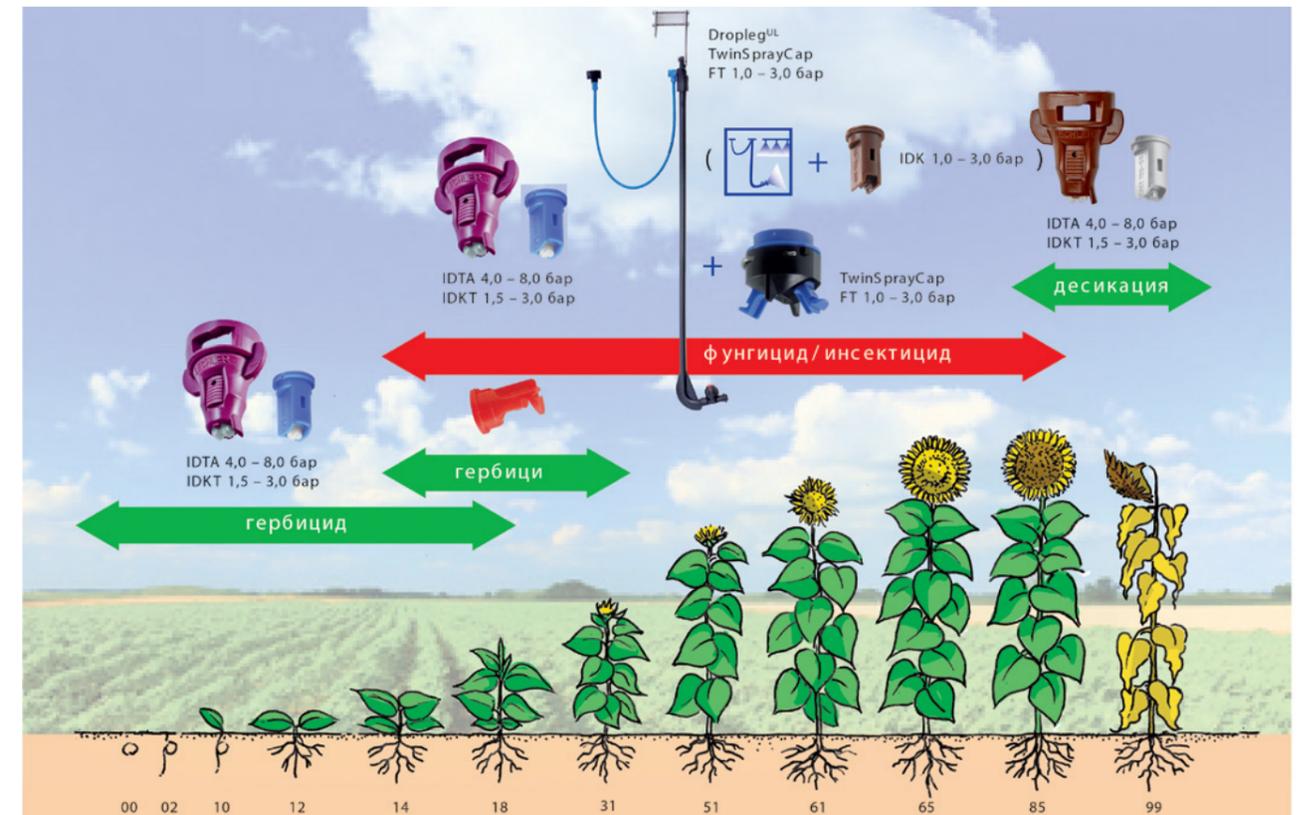
### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на сое



### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на сахарной свекле



### Рекомендации по применению распылителей для внесения СЗР на подсолнухе



### Рекомендации по применению распылителей для внесения КАС на подсолнухе

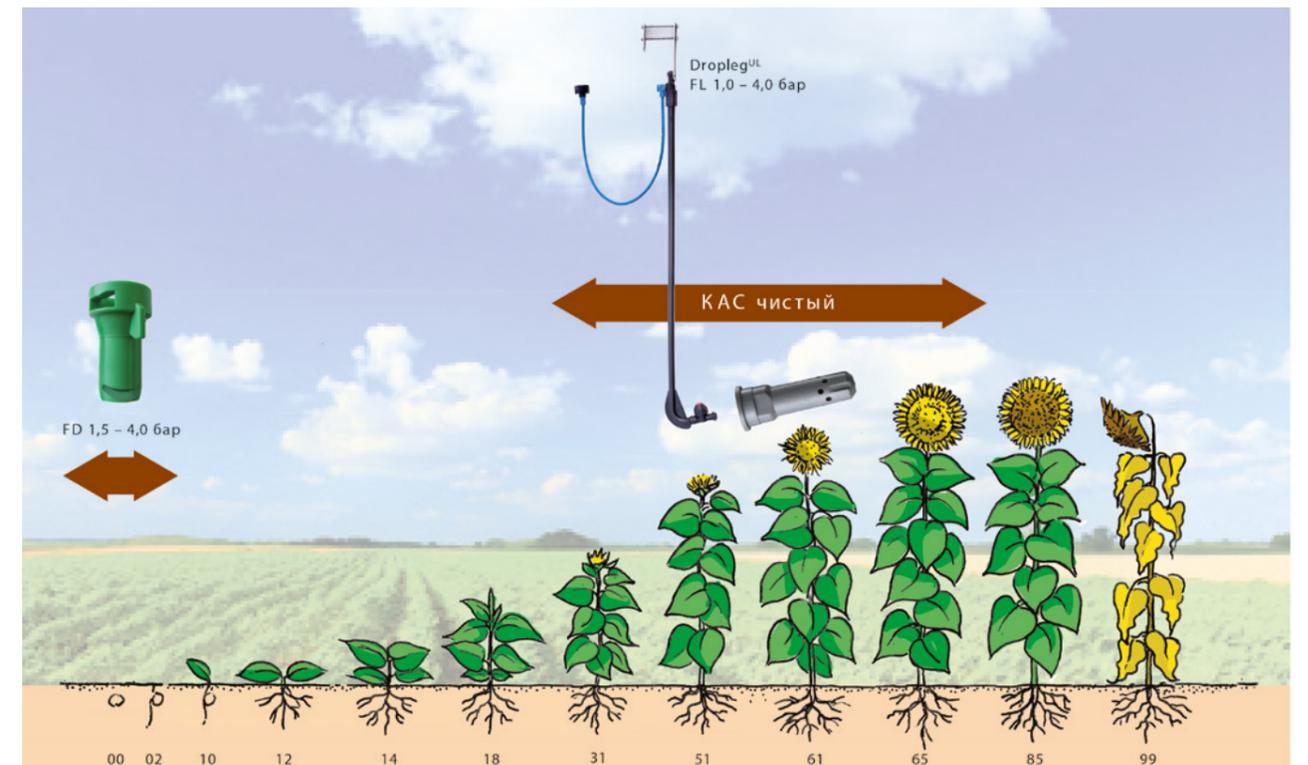
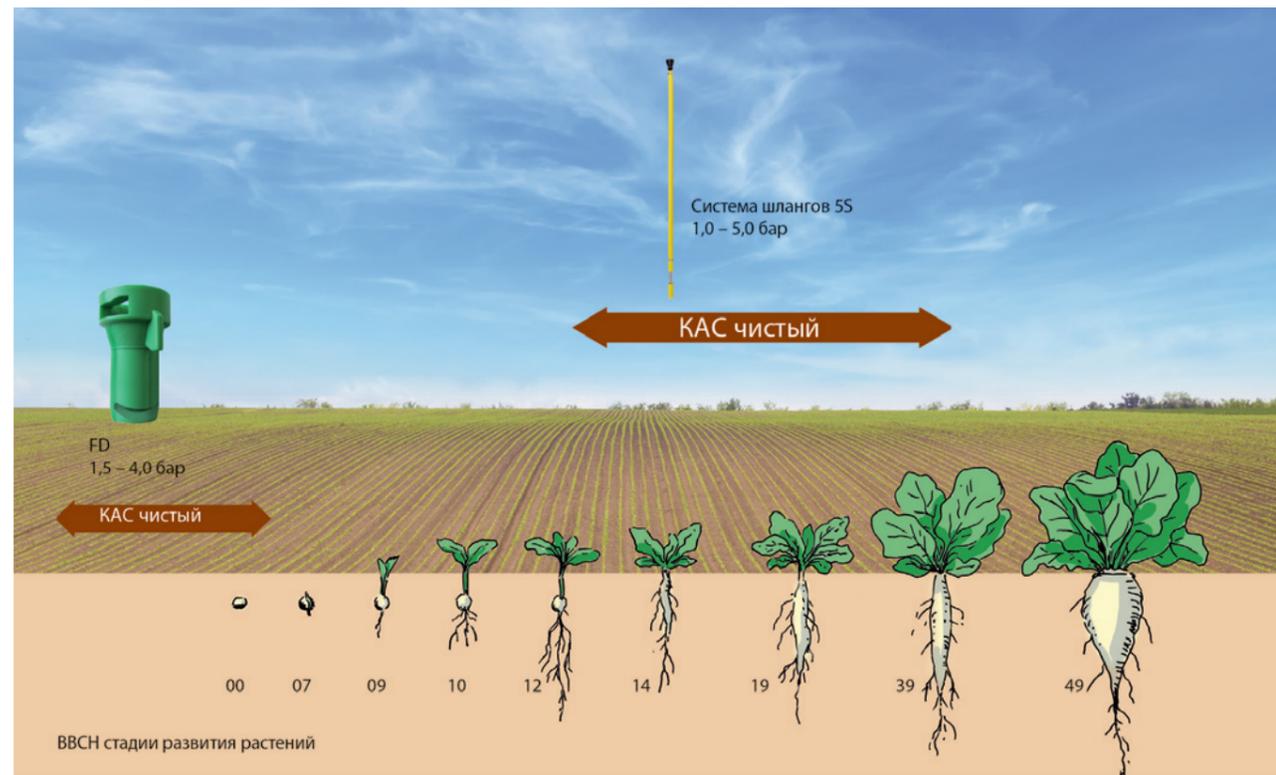


Таблица расчета нормы расхода для внесения КАС и средств защиты растений

ID/IDTA/IDK/IDKT/LU/AD/ST/SC

ENGINEERING  
YOUR SPRAY SOLUTION



| ID     | IDTA  | IDK   | IDKT  | LU    | AD    | ST/SC | л/га |      |     |      |      |      |      |      |      |      | л/МНН |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        |       |       |       |       |       |       | 5.0  | 6.0  | 7.0 | 8.0  | 10.0 | 12.0 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 01-015 | 02-08 | 01-03 | 04-06 | 01-03 | 01-03 | 01-03 | 1.0  | 0.69 | 1.0 | 1.14 | 1.27 | 1.41 | 1.56 | 1.71 | 1.87 | 2.03 | 2.19  | 2.35 | 2.51 | 2.67 | 2.83 | 2.99 | 3.15 | 3.31 | 3.47 | 3.63 | 3.79 | 3.95 | 4.11 | 4.27 | 4.43 | 4.59 | 4.75 | 4.91 | 5.07 | 5.23 | 5.39 | 5.55 | 5.71 | 5.87 | 6.03 | 6.19 | 6.35 | 6.51 | 6.67 | 6.83 | 6.99 | 7.15 | 7.31 | 7.47 | 7.63 | 7.79 | 7.95 | 8.11 | 8.27 | 8.43 | 8.59 | 8.75 | 8.91 | 9.07 | 9.23 | 9.39 | 9.55 | 9.71 | 9.87 | 10.03 | 10.19 | 10.35 | 10.51 | 10.67 | 10.83 | 10.99 | 11.15 | 11.31 | 11.47 | 11.63 | 11.79 | 11.95 | 12.11 | 12.27 | 12.43 | 12.59 | 12.75 | 12.91 | 13.07 | 13.23 | 13.39 | 13.55 | 13.71 | 13.87 | 14.03 | 14.19 | 14.35 | 14.51 | 14.67 | 14.83 | 14.99 | 15.15 | 15.31 | 15.47 | 15.63 | 15.79 | 15.95 | 16.11 | 16.27 | 16.43 | 16.59 | 16.75 | 16.91 | 17.07 | 17.23 | 17.39 | 17.55 | 17.71 | 17.87 | 18.03 | 18.19 | 18.35 | 18.51 | 18.67 | 18.83 | 18.99 | 19.15 | 19.31 | 19.47 | 19.63 | 19.79 | 19.95 | 20.11 | 20.27 | 20.43 | 20.59 | 20.75 | 20.91 | 21.07 | 21.23 | 21.39 | 21.55 | 21.71 | 21.87 | 22.03 | 22.19 | 22.35 | 22.51 | 22.67 | 22.83 | 22.99 | 23.15 | 23.31 | 23.47 | 23.63 | 23.79 | 23.95 | 24.11 | 24.27 | 24.43 | 24.59 | 24.75 | 24.91 | 25.07 | 25.23 | 25.39 | 25.55 | 25.71 | 25.87 | 26.03 | 26.19 | 26.35 | 26.51 | 26.67 | 26.83 | 26.99 | 27.15 | 27.31 | 27.47 | 27.63 | 27.79 | 27.95 | 28.11 | 28.27 | 28.43 | 28.59 | 28.75 | 28.91 | 29.07 | 29.23 | 29.39 | 29.55 | 29.71 | 29.87 | 30.03 | 30.19 | 30.35 | 30.51 | 30.67 | 30.83 | 30.99 | 31.15 | 31.31 | 31.47 | 31.63 | 31.79 | 31.95 | 32.11 | 32.27 | 32.43 | 32.59 | 32.75 | 32.91 | 33.07 | 33.23 | 33.39 | 33.55 | 33.71 | 33.87 | 34.03 | 34.19 | 34.35 | 34.51 | 34.67 | 34.83 | 34.99 | 35.15 | 35.31 | 35.47 | 35.63 | 35.79 | 35.95 | 36.11 | 36.27 | 36.43 | 36.59 | 36.75 | 36.91 | 37.07 | 37.23 | 37.39 | 37.55 | 37.71 | 37.87 | 38.03 | 38.19 | 38.35 | 38.51 | 38.67 | 38.83 | 38.99 | 39.15 | 39.31 | 39.47 | 39.63 | 39.79 | 39.95 | 40.11 | 40.27 | 40.43 | 40.59 | 40.75 | 40.91 | 41.07 | 41.23 | 41.39 | 41.55 | 41.71 | 41.87 | 42.03 | 42.19 | 42.35 | 42.51 | 42.67 | 42.83 | 42.99 | 43.15 | 43.31 | 43.47 | 43.63 | 43.79 | 43.95 | 44.11 | 44.27 | 44.43 | 44.59 | 44.75 | 44.91 | 45.07 | 45.23 | 45.39 | 45.55 | 45.71 | 45.87 | 46.03 | 46.19 | 46.35 | 46.51 | 46.67 | 46.83 | 46.99 | 47.15 | 47.31 | 47.47 | 47.63 | 47.79 | 47.95 | 48.11 | 48.27 | 48.43 | 48.59 | 48.75 | 48.91 | 49.07 | 49.23 | 49.39 | 49.55 | 49.71 | 49.87 | 50.03 | 50.19 | 50.35 | 50.51 | 50.67 | 50.83 | 50.99 | 51.15 | 51.31 | 51.47 | 51.63 | 51.79 | 51.95 | 52.11 | 52.27 | 52.43 | 52.59 | 52.75 | 52.91 | 53.07 | 53.23 | 53.39 | 53.55 | 53.71 | 53.87 | 54.03 | 54.19 | 54.35 | 54.51 | 54.67 | 54.83 | 54.99 | 55.15 | 55.31 | 55.47 | 55.63 | 55.79 | 55.95 | 56.11 | 56.27 | 56.43 | 56.59 | 56.75 | 56.91 | 57.07 | 57.23 | 57.39 | 57.55 | 57.71 | 57.87 | 58.03 | 58.19 | 58.35 | 58.51 | 58.67 | 58.83 | 58.99 | 59.15 | 59.31 | 59.47 | 59.63 | 59.79 | 59.95 | 60.11 | 60.27 | 60.43 | 60.59 | 60.75 | 60.91 | 61.07 | 61.23 | 61.39 | 61.55 | 61.71 | 61.87 | 62.03 | 62.19 | 62.35 | 62.51 | 62.67 | 62.83 | 62.99 | 63.15 | 63.31 | 63.47 | 63.63 | 63.79 | 63.95 | 64.11 | 64.27 | 64.43 | 64.59 | 64.75 | 64.91 | 65.07 | 65.23 | 65.39 | 65.55 | 65.71 | 65.87 | 66.03 | 66.19 | 66.35 | 66.51 | 66.67 | 66.83 | 66.99 | 67.15 | 67.31 | 67.47 | 67.63 | 67.79 | 67.95 | 68.11 | 68.27 | 68.43 | 68.59 | 68.75 | 68.91 | 69.07 | 69.23 | 69.39 | 69.55 | 69.71 | 69.87 | 70.03 | 70.19 | 70.35 | 70.51 | 70.67 | 70.83 | 70.99 | 71.15 | 71.31 | 71.47 | 71.63 | 71.79 | 71.95 | 72.11 | 72.27 | 72.43 | 72.59 | 72.75 | 72.91 | 73.07 | 73.23 | 73.39 | 73.55 | 73.71 | 73.87 | 74.03 | 74.19 | 74.35 | 74.51 | 74.67 | 74.83 | 74.99 | 75.15 | 75.31 | 75.47 | 75.63 | 75.79 | 75.95 | 76.11 | 76.27 | 76.43 | 76.59 | 76.75 | 76.91 | 77.07 | 77.23 | 77.39 | 77.55 | 77.71 | 77.87 | 78.03 | 78.19 | 78.35 | 78.51 | 78.67 | 78.83 | 78.99 | 79.15 | 79.31 | 79.47 | 79.63 | 79.79 | 79.95 | 80.11 | 80.27 | 80.43 | 80.59 | 80.75 | 80.91 | 81.07 | 81.23 | 81.39 | 81.55 | 81.71 | 81.87 | 82.03 | 82.19 | 82.35 | 82.51 | 82.67 | 82.83 | 82.99 | 83.15 | 83.31 | 83.47 | 83.63 | 83.79 | 83.95 | 84.11 | 84.27 | 84.43 | 84.59 | 84.75 | 84.91 | 85.07 | 85.23 | 85.39 | 85.55 | 85.71 | 85.87 | 86.03 | 86.19 | 86.35 | 86.51 | 86.67 | 86.83 | 86.99 | 87.15 | 87.31 | 87.47 | 87.63 | 87.79 | 87.95 | 88.11 | 88.27 | 88.43 | 88.59 | 88.75 | 88.91 | 89.07 | 89.23 | 89.39 | 89.55 | 89.71 | 89.87 | 90.03 | 90.19 | 90.35 | 90.51 | 90.67 | 90.83 | 90.99 | 91.15 | 91.31 | 91.47 | 91.63 | 91.79 | 91.95 | 92.11 | 92.27 | 92.43 | 92.59 | 92.75 | 92.91 | 93.07 | 93.23 | 93.39 | 93.55 | 93.71 | 93.87 | 94.03 | 94.19 | 94.35 | 94.51 | 94.67 | 94.83 | 94.99 | 95.15 | 95.31 | 95.47 | 95.63 | 95.79 | 95.95 | 96.11 | 96.27 | 96.43 | 96.59 | 96.75 | 96.91 | 97.07 | 97.23 | 97.39 | 97.55 | 97.71 | 97.87 | 98.03 | 98.19 | 98.35 | 98.51 | 98.67 | 98.83 | 98.99 | 99.15 | 99.31 | 99.47 | 99.63 | 99.79 | 99.95 | 100.11 | 100.27 | 100.43 | 100.59 | 100.75 | 100.91 | 101.07 | 101.23 | 101.39 | 101.55 | 101.71 | 101.87 | 102.03 | 102.19 | 102.35 | 102.51 | 102.67 | 102.83 | 102.99 | 103.15 | 103.31 | 103.47 | 103.63 | 103.79 | 103.95 | 104.11 | 104.27 | 104.43 | 104.59 | 104.75 | 104.91 | 105.07 | 105.23 | 105.39 | 105.55 | 105.71 | 105.87 | 106.03 | 106.19 | 106.35 | 106.51 | 106.67 | 106.83 | 106.99 | 107.15 | 107.31 | 107.47 | 107.63 | 107.79 | 107.95 | 108.11 | 108.27 | 108.43 | 108.59 | 108.75 | 108.91 | 109.07 | 109.23 | 109.39 | 109.55 | 109.71 | 109.87 | 110.03 | 110.19 | 110.35 | 110.51 | 110.67 | 110.83 | 110.99 | 111.15 | 111.31 | 111.47 | 111.63 | 111.79 | 111.95 | 112.11 | 112.27 | 112.43 | 112.59 | 112.75 | 112.91 | 113.07 | 113.23 | 113.39 | 113.55 | 113.71 | 113.87 | 114.03 | 114.19 | 114.35 | 114.51 | 114.67 | 114.83 | 114.99 | 115.15 | 115.31 | 115.47 | 115.63 | 115.79 | 115.95 | 116.11 | 116.27 | 116.43 | 116.59 | 116.75 | 116.91 | 117.07 | 117.23 | 117.39 | 117.55 | 117.71 | 117.87 | 118.03 | 118.19 | 118.35 | 118.51 | 118.67 | 118.83 | 118.99 | 119.15 | 119.31 | 119.47 | 119.63 | 119.79 | 119.95 | 120.11 | 120.27 | 120.43 | 120.59 | 120.75 | 120.91 | 121.07 | 121.23 | 121.39 | 121.55 | 121.71 | 121.87 | 122.03 | 122.19 | 122.35 | 122.51 | 122.67 | 122.83 | 122.99 | 123.15 | 123.31 | 123.47 | 123.63 | 123.79 | 123.95 | 124.11 | 124.27 | 124.43 | 124.59 | 124.75 | 124.91 | 125.07 | 125.23 | 125.39 | 125.55 | 125.71 | 125.87 | 126.03 | 126.19 | 126.35 | 126.51 | 126.67 | 126.83 | 126.99 | 127.15 | 127.31 | 127.47 | 127.63 | 127.79 | 127.95 | 128.11 | 128.27 | 128.43 | 128.59 | 128.75 | 128.91 | 129.07 | 129.23 | 129.39 | 129.55 | 129.71 | 129.87 | 130.03 | 130.19 | 130.35 | 130.51 | 130.67 | 130.83 | 130.99 | 131.15 | 131.31 | 131.47 | 131.63 | 131.79 | 131.95 | 132.11 | 132.27 | 132.43 | 132.59 | 132.75 | 132.91 | 133.07 | 133.23 | 133.39 | 133.55 | 133.71 | 133.87 | 134.03 | 134.19 | 134.35 | 134.51 | 134.67 | 134.83 | 134.99 | 135.15 | 135.31 | 135.47 | 135.63 | 135.79 | 135.95 | 136.11 | 136.27 | 136.43 | 136.59 | 136.75 | 136.91 | 137.07 | 137.23 | 137.39 | 137.55 | 137.71 | 137.87 | 138.03 | 138.19 | 138.35 | 138.51 | 138.67 | 138.83 | 138.99 | 139.15 | 139.31 | 139.47 | 139.63 | 139.79 | 139.95 | 140.11 | 140.27 | 140.43 | 140.59 | 140.75 | 140.91 | 141.07 | 141.23 | 141.39 | 141.55 | 141.71 | 141.87 | 142.03 | 142.19 | 142.35 | 142.51 | 142.67 | 142.83 | 142.99 | 143.15 | 143.31 | 143.47 | 143.63 | 143.79 | 143.95 | 144.11 | 144.27 | 144.43 | 144.59 | 144.75 | 144.91 | 145.07 | 145.23 | 145.39 | 145.55 | 145.71 | 145.87 | 146.03 | 146.19 | 146.35 | 146.51 | 146.67 | 146.83 | 146.99 | 147.15 | 147.31 | 147.47 | 147.63 | 147.79 | 147.95 | 148.11 | 148.27 | 148.43 | 148.59 | 148.75 | 148.91 | 149.07 | 149.23 | 149.39 | 149.55 | 149.71 | 149.87 | 150.03 | 150.19 | 150.35 | 150.51 | 150.67 | 150.83 | 150.99 | 151.15 | 151.31 | 151.47 | 151.63 | 151.79 | 151.95 | 152.11 | 152.27 | 152.43 | 152.59 | 152.75 | 152.91 | 153.07 | 153.23 | 153.39 | 153.55 | 153.71 | 153.87 | 154.03 | 154.19 | 154.35 | 154.51 | 154.67 | 154.83 | 154.99 | 155.15 | 155.31 | 155.47 | 155.63 | 155.79 | 155.95 | 156.11 | 156.27 | 156.43 | 156.59 | 156.75 | 156.91 | 157.07 | 157.23 | 157.39 | 157.55 | 157.71 | 157.87 | 158.03 | 158.19 | 158.35 | 158.51 | 158.67 | 158.83 | 158.99 | 159.15 | 159.31 | 159.47 | 159.63 | 159.79 | 159.95 | 160.11 | 160.27 | 160.43 | 160.59 | 160.75 | 160.91 | 161.07 | 161.23 | 161.39 | 161.55 | 161.71 | 161.87 | 162.03 | 162.19 | 162.35 | 162.51 | 162.67 | 162.83 | 162.99 | 163.15 | 163.31 | 163.47 | 163.63 | 163.79 | 163.95 | 164.11 | 164.27 | 164.43 | 164.59 | 164.75 | 164.91 | 165.07 | 165.23 | 165.39 | 165.55 | 165.71 |

