

sel'skhozjajstvennogo proizvodstva. M.: Agropromizdat, 1989. – 88 s.

19. Mel'nikov S.V., Aleshkin V.R., Roshhin P.M. Planirovanie jeksperimenta v issledovaniyah sel'skhozjajstvennyh processov. – 2 izd., pererab. i dop. – L.: Kolos, 1980. – 168 s.

20. Hartman K., Receij Je., Njufer V. Planirovanie jeksperimenta i issledovaniy tehnologicheskikh processov. – M.: Mir, 1977. – 243s.

21. Aulanbergenov Ә.А., Қадырбаев Ә.Қ. Гидравлика negizderi zhəne auyl sharuashylyғыn sumen қамтамасыз etu. Almaty: Bilim, 1996. 184 s.

22. Chugaev R.R. Gidravlika. – 4-e izd., pererab. i dop. L.: Jenergoizdat, 1982. 672 s.

ТҮЙІН

Мақалада суды беттінен сорып алатын құрылғының параметрлерін зерттеу және негіздеу, сондай-ақ ауыстырылатын пластиналар пакетінің жалпы массасына байланысты су шығыны мен геометриялық қысым коэффициентін анықтау үшін эксперименттік қондырғының жұмысы көрсетілген. Зертханалық тәжірибелер нәтижесінде ұсынылған судың беткі қабатының орташа өнімділігі анықталды, сонымен қатар зертханалық тәжірибелік стендтің жұмыс органдарының көрсеткіштері белгіленді. Суды беттінен сорып алатын құрылғыны жайылымдағы уақытша қазба құдықтарындағы жоғары минералданған сумен малды қамтамасыз ету үшін қолдануға болады. Тұщы линзалар бассейндері тек Батыс Қазақстанда ғана емес, ТМД елдерінің көптеген жайылымдық аумақтарында да кең таралған. Шөлді жайылымдардың көптеген жерлерінде жергілікті тұрғындар қолмен қазылған арнайы құдықтар арқылы олардан су алуды жүзеге асыра отырып, тақыр астындағы тұщы су линзаларын жасанды түрде жасайды және пайдаланады. Мұндай құдықтардың қабырғалары жабдықталмаған және сорғы жабдықтарының әсерінен жиі қирап қалады.

Қазба құдықтардан және тұнбаланған шахталық құдықтардан алатын судың табиғи қасиеттерін сақтау, механикалық қоспалардың су көтергіш құрылғылардың жұмыс органдарына түсуіне жол бермеу арқылы олардың қызмет ету мерзімін арттыру үшін суды беттінен сорып алу әдісін қолдану қажет.

УДК 631.348

МРНТИ 68.85.37,68.37.29

DOI 10.52578/2305-9397-2022-1-1-202-212

Бралиев Майдан Кабатаевич, доцент ВАК, основной автор, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, braliyevm@mail.ru

Джаналиев Ерназар Максutowич, к.т.н., доцент, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, ernazar.dzhanaliev@mai.ru

Сабырова Айнұр Салауатқызы, магистр сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0003-1202-1821>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, ainur_794@mai.ru

Махсоткалиева Дана Арманқызы, магистрант, <https://orcid.org/0000-0002-6912-6915>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Казахстан, dana-armankz@mai.ru

Braliev Maidan Kabataevich, Associate Professor of the Higher Attestation Commission, the main author, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, braliyevm@mail.ru

Dzhanaliev Ernazar Maxutovich, Ph.D., associate professor, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, ernazar.dzhanaliev@mai.ru

Sabyrova Ainur Salauatkyzy, Master of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0003-1202-1821>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, ainur_794@mai.ru

Makhsotkalieva Dana Armankyzy, master of degree, <https://orcid.org/0000-0002-6912-6915>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, dana-armankz@mai.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ЩЕЛЕВОМ РАСПЫЛИТЕЛЕ THEORETICAL STUDIES OF LIQUID FLOW IN A SLIT ATOMIZER

Аннотация

Перспективным направлением совершенствования средств защиты растений является создание распыливающих устройств способствующих повышению эффективности процесса опрыскивания.

Поставленная техническая задача достигается установкой дроссельной шайбы-ставки с каналами, в съемной гайке-держателе, между подводящей трубой и корпусом щелевого распылителя.

Одной из главных функций дроссельной шайбы-вставки, представляющей собой диск с одним центральным каналом и четырьмя каналами, наклонных к периферии камеры закручивания, не перпендикулярных радиусу дроссельной шайбы-вставки, является создание условий получения монодисперсного распыла (120...150 мкм и 250-380 мкм), без изменения объема камеры закручивания.

В струйной форсунке, представляющей собой щелевой распылитель с дроссельной шайбой-вставкой, жидкость разделяется на два потока: первый поток проходит через наклонные камеры к периферии канала и закручивается, а второй поток формируется в результате прохождения части жидкости через осевой канал. Закрученный и осевой потоки взаимодействуют в камере закручивания и в сопловом канале. Это взаимодействие является определяющим при формировании факела распыленной жидкости.

Проводя аналогию между рассматриваемым течением газовых потоков и смешением потоков в щелевом распылителе, можно ожидать, что и в данном случае распределение аксиальной составляющей скорости $\omega_{сх}$ с достаточной степенью точности будет равномерным. Распределение тангенциальной составляющей в сопловом канале $\omega_{сф}$ можно считать линейным.

В качестве основных предпосылок для теоретического описания протекающих в щелевом распылителе процессов можно принять следующие предположения:

- в камере смешения и в сопловом канале происходит перенос поступательной и вращательной энергии;
- вследствие развития сдвигового слоя происходит взаимное проникновение потоков с переносом вещества из одного слоя в другой, причем интенсивность переноса пропорциональна степени закручивания потока;
- единый профиль скорости в сопловом канале формируется на расстоянии до трех его диаметров от точки присоединения потоков;

Приведённые теоретические исследования позволяют определить режимы и параметры течения жидкости в щелевом распылителе с дроссельной шайбой-вставкой.

ANNOTATION

A promising direction for improving plant protection products is the creation of sawing devices that improve the efficiency of the spraying process.

The stated technical problem is achieved by installing a throttle washer-rate with channels, in a removable nut-holder, between the supply pipe and the body of the slotted spray gun.

One of the main functions of the throttle insert, which is a disc with one central channel and four channels, inclined to the periphery of the swirl chamber, not perpendicular to the radius of the

throttle insert, is to create conditions for obtaining a monodisperse spray (120 ... 150 mkm and 250- 380 mkm) without changing the volume of the twisting chamber.

In a jet nozzle, which is a slot atomizer with a throttle washer-insert, the liquid is divided into two flows: the first flow passes through the inclined chambers to the periphery of the channel and swirls, and the second flow is formed as a result of the passage of a part of the liquid through the axial channel. The swirling and axial flows interact in the swirling chamber and in the nozzle channel. This interaction is decisive in the formation of a spray of sprayed liquid.

Drawing an analogy between the considered flow of gas flows and mixing of flows in a slotted atomizer, it can be expected that in this case the distribution of the axial component of the velocity ω_{ax} will be uniform with a sufficient degree of accuracy. The distribution of the tangential component in the nozzle channel ω_{ϕ} can be considered linear.

The following assumptions can be taken as the main prerequisites for the theoretical description of the processes occurring in the slot spray gun:

- translational and rotational energy is transferred in the mixing chamber and in the nozzle channel;
- due to the development of the shear layer, mutual penetration of flows occurs with the transfer of matter from one layer to another, and the rate of transfer is proportional to the degree of swirling of the flow;
- a single velocity profile in the nozzle channel is formed at a distance of up to three diameters from the point of connection of the flows;

The above theoretical studies make it possible to determine the modes and parameters of the liquid flow in a slot atomizer with a throttle washer-insert.

Ключевые слова: *опрыскивание, вставка, камера, монодисперсный распыл, каналы, сопло, осевой поток, проникновение*

Key words: *spraying, insertion, chamber, monodisperse spray, channels, nozzle, axial flow, penetration*

Введение. Эффективность применения пестицидов во многом зависит от точности их дозировки и от качественных показателей технологического процесса. Нестабильность этих параметров приводит к неопределенным потерям препаратов, загрязнению окружающей среды. Отсюда и стремление разработчиков при конструировании современных средств механизации защиты растений большое внимание уделять вопросам основных показателей технического процесса: рабочей скорости, рабочего давления распыления, норме расходе жидкости.

Одним из перспективных направлений совершенствования средств защиты растений является создание распыливающих устройств способствующих повешенного качества процесса опрыскивания.

Поставленная цель достигается в работе установкой дроссельной шайбы-вставки с каналами, в съёмной гайке-держателе, между подводящей трубой и корпусом щелевого распылителя.

Одной из главных функций дроссельной шайбы-вставки, представляющей собой диск с одним центральным (осевым) каналом и четырьмя каналами, наклонных к периферии камеры закручивания, не перпендикулярных радиусу дроссельной шайбы-вставки, является создание условий получения монодисперсного распыла (120...150 мкм и 250-380 мкм) без изменения объёма камеры закручивания.

В предложенный струйной форсунке, представляющий собой щелевой распылитель с дроссельной шайбой-вставки, жидкость разделяется на два потока.

В данной статье проведены теоретические исследования взаимодействия потоков жидкости в камере закручивания щелевого распылителя.

Материалы и методы исследований. Для проведения исследования разработана распыливающее устройство с установкой шайбы-вставки с каналами, в съёмной гайке-держателе, между подводящей трубой и корпусом щелевого распылителя.

В данной струйной форсунке представляющий собой щелевой распылитель с дроссельной шайбой-вставкой, жидкость разделяется на два потока: первый поток проходит

через наклонные камеры к периферии канала и закручивается, а второй поток формируется в результате прохождения части жидкости через осевой канал. Закрученный и осевой потоки взаимодействуют в камере закручивания и в сопловом канале. Это взаимодействие является определяющим при формировании факела распыленной жидкости.

Для теоретического исследования взаимодействия двух потоков в камере закручивания, применён метод аналогии между течением газовых потоков и смешением потоков в щелевом распылителе, то можно считать, что и в нашем случае распределение аксиальной составляющей скорости ω_{ax} с достаточной степенью точности будет равномерным.

Распределение тангенциальной составляющей в сопловом канале $\omega_{сф}$ будем считать линейным.

В этом случае, обозначив через r текущий радиус, можно считать отношения $\omega_{сф}$ к r постоянным.

Таким образом, в качестве основных предпосылок для теоретического описания протекающих в щелевом распылителе процессов можно принять следующие предположения:

в камере смешения и в сопловом канале происходит перенос поступательной и вращательной энергии;

вследствие развития сдвигового слоя происходит взаимное проникновение потоков с переносом вещества из одного слоя в другой, причем интенсивность переноса пропорциональна степени закручивания потока;

единый профиль скорости в сопловом канале формируется на расстоянии до трех его диаметров от точки присоединения потоков;

При течении идеальной жидкости для любых двух сечений потока справедливо уравнение Бернулли.

Результаты и их обсуждение. Выращивание сельскохозяйственных культур в основном связано с неизбежностью их защиты от болезней, вредителей и сорняков. Однако для выращивания более высоких урожаев необходима надежная защита посевов с помощью пестицидов, поскольку при массовом развитии болезней или вредителей, например саранчи, лугового мотылька, колорадского жука, никакой биологический метод и никакие агротехнические приемы не помогут, нужны истребительные методы. Роль химического метода защиты растений в настоящее время и на ближайшую перспективу остается весьма значительной [1].

Химический метод защиты растений предусматривает использование различных пестицидов, которые в зависимости от назначения подразделяются на шесть основных групп: инсектициды – для защиты от вредных насекомых, зооциды – для борьбы с грызунами и другими вредными позвоночными, гербициды – для борьбы с нежелательной растительностью, фунгициды – для борьбы с болезнями, протравители – для обработки посевного и посадочного материала, с целью предохранения их от вредителей и болезней, дефолианты и десиканты – для химического удаления листьев и подсушивания растений на корню. В данном методе защиты сельскохозяйственных культур различают следующие технологии внесения пестицидов: протравливание семенного материала и посадочного материала, опрыскивание, фумигация.

Технологии отличаются определенными особенностями, предполагают использование соответствующих ядохимикатов и специального комплекса машин. Наибольшее распространение получила технология опрыскивания.

Опрыскивание предусматривает внесение на поверхность растений жидких ядохимикатов в виде растворов, суспензий, эмульсий или экстрактов различных концентраций. В зависимости от расхода рабочей жидкости различают опрыскивание полнообъемное (обычное) малообъемное, ультрамалообъемное, аэрозольное.

Полнообъемным является опрыскивание с нормой расхода рабочей жидкости от 100 до 500 литров на гектар на полевых культурах и свыше 500 литров на гектар на многолетних насаждениях. Размер капель составляет 150-600 мкм.

Малообъемное опрыскивание характеризуется расходом рабочей жидкости 75-300 литров на гектар, размером капель 50-250 мкм.

При аэрозольном опрыскивании рабочий раствор с помощью специальных технических средств (преимущественно генераторов) дробится (диспергируется) на очень мелкие частицы,

образующие аэрозольное облако, которое наносится ветром на обрабатываемый участок или заполняет объем закрытых помещений.

Под методом ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) подразумевают обработку сельскохозяйственных растений со следующими нормами расхода рабочей жидкости; 1-5 литров на гектар- для полевых культур, 5-25 литров на гектар - для многолетних насаждений. Медианно-массовый диаметр осевших капель составляет 60-150 мкм.

Анализ методов химической защиты растений показывает, что опрыскивание как основной способ защиты растений доминирует в сельскохозяйственном производстве и среди способов внесения распыленной жидкости на обрабатываемый объект наибольшее распространение получила технология опрыскивания с использованием штанговых опрыскивателей со щелевыми распылителем сплошного действия с ультрамалообъемным методом [2]. И до сих пор не существует научного обоснования повышения эффективности работы штангового опрыскивателя со щелевыми распылителями и предложений по снижению удельных расходов рабочей жидкости и уменьшению размера (диаметра) частиц, когда площадь поверхности, которую можно покрыть одним и тем же количеством препарата, возрастает обратно пропорционально размеру капель.

Поэтому перспективным направлением совершенствования средств защиты растений является создание распыливающих устройств с ультрамалообъемным методом опрыскивания растворов пестицидов, способствующих повышению эффективности данного процесса [3, с.43-44].

Поставленная техническая задача достигается установкой дроссельной шайбы-вставки с каналами, в съемной гайке-держателе, между подводящей трубой и корпусом щелевого распылителя. (рисунок 1).

Устройство для распыления жидкости содержит дроссельную шайбу-вставку 1 диаметром $d_{ш}$ с каналами 2 диаметром d_k , установленную в съемной гайке-держателе 3 между подводящей трубкой 4 и корпусом щелевого распылителя 5 с керамической вставкой (форсункой) 6.

Каналы 2 в дроссельной шайбе-вставке 1 выполнены прямолинейными. Центральный канал параллелен оси потока жидкости. Через четыре крайних канала перепуск жидкости производится на периферии камеры закручивания 7 щелевого распылителя.

Дроссельная шайба-вставка 1 свободно устанавливается в съемной гайке-держателе 3, но плотно между подводящей трубкой 4 и корпусом щелевого распылителя 5.

Устройство для распыления жидкости работает следующим образом.

Исходная жидкость, например, раствор ядохимикатов, под определенным напором подается в подводящую трубку 4, разделяется на отдельные струи: центральные и четыре периферийные.

Истекающие из крайних четырех каналов струи не закручены, но они закручиваются, когда жидкость перепускается на периферии камеры закручивания 7, где потери на закручивание потока минимальны и уменьшается сопротивление. Полученный поток жидкости направляется к конусному каналу керамической вставкой 6 корпуса щелевого распылителя 5. При отсутствии центрального канала, закрученное движение характеризовалось бы пониженным давлением по оси. Камера закручивания 7 образуется между дроссельной шайбой-вставкой 1 и корпусом щелевого распылителя 5 с керамической вставкой (форсункой) 6. Камера закручивания 7 способствует стабилизации давления распыла и уменьшает турбулентность движения рабочей жидкости.

При контакте с дроссельной шайбой-вставкой 1 жидкость подвергается усиленной турбулизации. После прохода через каналы 2 дроссельной шайбы-вставки 1, где происходит предварительное дробление жидкости до мелкой фракции, полученный поток направляется к выходу из щелевого распылителя, где происходит окончательное дробление дисперсной фазы и качество распыла приближается к монодисперсному.

Одной из главных функций дроссельной шайбы-вставки 1, представляющей собой диск с одним центральным (осевым) каналом 2 и четырьмя каналами, наклонных к периферии камеры закручивания 7, не перпендикулярных радиусу дроссельной шайбы-вставки, является создание условий получения монодисперсного распыла (120...150 мкм и 250-380 мкм) без изменения объема камеры закручивания. При этом искомыми параметрами будут являться:

диаметр и высота дроссельной шайбы-вставки, диаметр канала дроссельной шайбы-вставки, количество каналов, угол наклона и взаимное расположение каналов в дроссельной шайбе-вставке. [4, с. 140-144; 5, с.338-342; 6, с.29-34].

В струйной форсунке 6, представляющей собой щелевой распылитель с дроссельной шайбой-вставкой 1, жидкость разделяется на два потока: первый поток проходит через наклонные камеры 2 к периферии канала и закручивается, а второй поток формируется в результате прохождения части жидкости через осевой канал. Закрученный и осевой потоки взаимодействуют в камере закручивания 7 и в сопловом канале 8 [7, с.34-41; 8, с.32-38]. Это взаимодействие является определяющим при формировании факела распыленной жидкости.

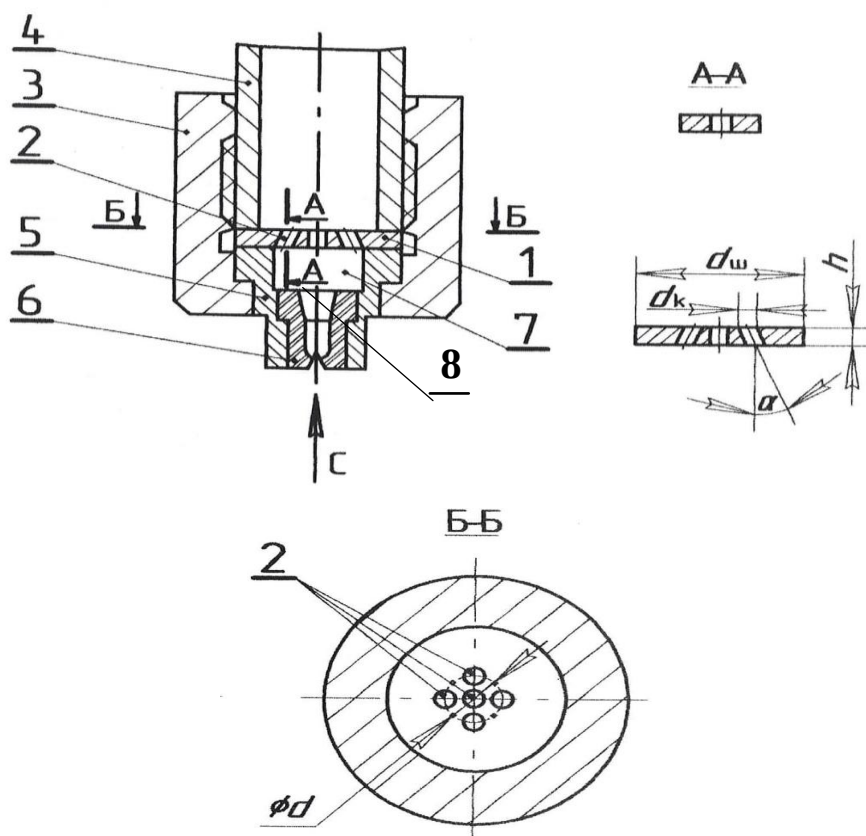


Рисунок 1 – Устройство для распыления жидкости с дроссельной шайбой-вставкой. 1 – дроссельная шайба-вставка; 2 – каналы дроссельной шайбы-вставки; 3 – съемная гайка-держатель; 4 – подводящая трубка; 5 – корпус щелевого распылителя; 6 – керамическая вставка (форсунка); 7 – камера закручивания; 8- сопловой канал; d_w – диаметр дроссельной шайбы-вставки; d_k – диаметр канала дроссельной шайбы-вставки; h – высота дроссельной шайбы-вставки; α – угол наклона канала дроссельной шайбы-вставки.

В данной статье рассматриваются вопросы теоретического исследования взаимодействия потоков жидкости в камере закручивания.

Весь корневой участок факела можно условно разделить на три зоны: струйного течения, пенно-пленочного состояния и образования капель. Очевидно, образование широкого спектра капель связано с разрушением крупных частиц жидкости на последнем этапе распада. Следовательно, полидисперсность и средний размер капель можно уменьшить, если максимально продлить существование пенно-пленочного состояния; тогда перемычки станут тоньше и будут распадаться с образованием капель меньших размеров [9; 10; 11].

Рассмотрим основные явления, сопровождающие взаимодействие осевого и закрученного потоков жидкости в щелевом распылителе (рисунок 2).

Для теоретического описания протекающих в щелевом распылителе процессов необходимо знать режим и параметры течения жидкости по подводящим каналам, а также характер взаимодействия потоков в камере закручивания и в сопловом канале [12].

Скорость истечения жидкости в каналах большинства форсунок достаточно высока, режим течения турбулентный [13]. В этом случае профиль распределения скорости, как известно, практически равномерный. Распределение скорости по сечению потока в периферийных каналах дроссельной шайбы-вставки также будем считать равномерным, а движение жидкости в них – поступательным [14].

В настоящее время практически отсутствуют работы по исследованию процесса взаимодействия потоков в камере закручивания (смешения) и сопловом канале струйной форсунки. Поэтому для понимания механизма смешения обратимся к наиболее близким аналогиям.

Следует отметить, что ни одна из существующих ныне моделей течения жидкости не отражает действительной картины, происходящей в зоне развития сдвигового слоя, и аналитически определить результирующий профиль скорости не представляется возможным. Еще более сложным процесс переноса становится при закручивании внешнего потока.

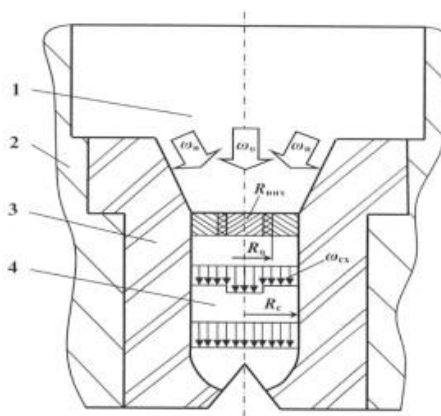


Рисунок 2 – Схема взаимодействия потоков жидкости в камере закручивания 1 - камера закручивания; 2 - корпус; 3 - керамическая вставка; 4 – сопло

Проводя аналогию между рассматриваемым течением газовых потоков и смешением потоков в щелевом распылителе, можно ожидать [15; 16, с.34-35], что и в нашем случае распределение аксиальной составляющей скорости $\omega_{сх}$ с достаточной степенью точности будет равномерным. Распределение тангенциальной составляющей в сопловом канале $\omega_{сф}$ будем считать линейным.

В этом случае, обозначив через r текущий радиус соплового канала, имеем:

$$\frac{\omega_{сф}}{r} = const \quad (1)$$

где, $\omega_{сф}$ - тангенциальная составляющая скорости в сопловом канале, c^{-1} .

Таким образом, в качестве основных предпосылок для теоретического описания протекающих в щелевом распылителе процессов можно принять следующие предположения:

- в камере смешения и в сопловом канале происходит перенос поступательной и вращательной энергии;
- вследствие развития сдвигового слоя происходит взаимное проникновение потоков с переносом вещества из одного слоя в другой, причем интенсивность переноса пропорциональна степени закручивания потока;
- единый профиль скорости в сопловом канале формируется на расстоянии до трех его диаметров от точки присоединения потоков.

При течении идеальной жидкости для любых двух сечений потока справедливо уравнение Бернулли [17, с.83-85; 18]:

$$\frac{\rho}{2} \omega_{\text{ж}}^2 + P_{\text{ж}} = P_{\text{ст}} + \frac{\rho}{2} (\omega_{\text{сх}}^2 + \omega_{\text{сф}}^2) \quad (2)$$

где $\omega_{\text{ж}}$ и $P_{\text{ж}}$ – угловая скорость (с^{-1}) и давление (Па) жидкости в подводящем трубопроводе; $P_{\text{ст}}$ – статическое давление в сопловом канале, Па; ρ – плотность жидкости, г/м^3 ; $\omega_{\text{сх}}$ – аксиальная составляющая скорости в сопловом канале, с^{-1} .

Считаем, что закручивающие наклонные и осевой каналы полностью заполнены жидкостью. Если скорости $\omega_{\text{н}} = \omega_{\text{о}} = 1$, тогда коэффициент заполнения соплового канала (РС выражается зависимостью):

$$\varphi_{\text{с}} = 1 - R_{\text{вих}}^2 / R_{\text{с}}^2 \quad (3)$$

где $R_{\text{вих}}^1$ и $R_{\text{с}}^2$ – радиусы вихря и сопла соответственно, м.

При отсутствии потерь на трение в наклонных и осевых каналах дроссельной шайбы-вставки можно положить $\omega_{\text{н}} = \omega_{\text{о}}$. Тогда, решая систему уравнений (2) и (3), относительно $\omega_{\text{н}}$, найдем, как связаны скорости в наклонных каналах $\omega_{\text{н}}$ с аксиальной составляющей скорости в сопловом отверстии $\omega_{\text{сх}}$:

$$\omega_{\text{н}} = \frac{\omega_{\text{сх}} f_{\text{с}} \varphi_{\text{с}}}{\Sigma f_{\text{н}} + f_{\text{о}}} \quad (4)$$

Исходя из предположения о полном смешении обоих потоков жидкости в камере закручивания и в сопловом канале, можно считать, что поток момента импульса, приобретаемый жидкостью в наклонных каналах, остается постоянным по всей своей длине сопла [19; 20, с.131-136]:

$$L_{\text{н}} = L_{\text{с}}$$

В общем случае поток момента импульса через произвольное сечение круглой формы определяется выражением:

$$L = 2\pi\rho \int_{R_1}^{R_2} r^2 \omega_{\text{х}} \omega_{\text{ф}} dr \quad (5)$$

где $\omega_{\text{ф}}$ – угловая скорость в сопловом канале, с^{-1} .

Для определения расходных характеристик распылителя определим средние значения величин, входящих в уравнение.

Статическое давление в любой точке соплового канала обусловлено закручиванием потока.

Разность сил давления на боковую поверхность элемента жидкости толщиной d_r , длиной d_l и расположенного на радиусе r от оси сопла уравнивает центробежную силу:

$$d_l dP_{\text{ст}} = \frac{\omega_{\text{сф}}^2}{r} d_m \quad (6)$$

так как масса элемента $d_m = \rho d_l d_r$, то

$$d_l dP_{\text{ст}} = \rho \frac{\omega_{\text{сф}}^2}{r} dr \quad (7)$$

С учетом распределения тангенциального компонента скорости имеем:

$$dP_{\text{ст}} = \rho \frac{\omega_{\text{сф}}^2}{R_{\text{с}}^2} r dr \quad (8)$$

Взяв от этого выражения интеграл по текущему радиусу r , получим распределение статического давления по сечению соплового канала:

$$P_{ст}(r) = p \frac{\omega_{ст}^2}{2R_c^2} (r^2 + const) \quad (9)$$

Для определения связи между коэффициентом заполнения сопла и комплексом A^* [21, с.36-37] предлагается воспользоваться принципом максимума расхода, которому эквивалентно условие минимума удельной энергии живого сечения при отсутствии потерь на трение. Для этого продифференцируем соотношение (9) по R и приравняем полученное выражение к нулю, тогда получим следующее выражение:

$$A^{*2} = [(2 - \varphi)/\varphi]^3 \quad (10)$$

Полагая здесь $\varphi = 1$, получим условие сплошного заполнения соплового канала щелевого распылителя: $A_{кр}^* = 1$.

Таким образом, если $A^* \leq 1$, сопло заполнено полностью, при $A^* > 1$ в сопловом канале образуется воздушный вихрь.

Закключение. Проведённые теоретические исследования взаимодействия закрученный и осевой потоков в камере закручивания позволяют определить режимы и параметры течения жидкости в щелевом распылителе с дроссельной шайбой-вставкой: скорость, расход, давление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лачуга Н.Ф. Перспективные технологии и техника для эффективного сельскохозяйственного производства/Н.Ф. Лачуга//Нива Татарстана. - 2006. - № 5. - С. 40-44.
2. Пажи Д.Г. Основы техники распыливания жидкостей / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов. - М.: Химия, 1984. - 256 с.
3. Омелюх Я. К. Популярно о распылителях / Я.К. Омелюх, С.М. Дутко // Защита растений. - 1992. - № 12. - С. 43-44.
4. Бралиев М. К. Описание образования капель на выходе из щелевого сопла/ М.К. Бралиев, А. С. Сабырова // Наука и образование. - 2018. - № 1. - С. 140-144.
5. Бралиев М. К. Улучшение равномерности распределения рабочей жидкости по поверхности обработки при использовании прибора-указателя / М.К. Бралиев, Б.М. Еасмағұл, А. С. Сабырова // Наука и образование. - 2019. - № 1. - С. 338-342.
6. Омаров А.Н. Анализ расположения направления распыления распылителя и обоснования угла форсунки / А.Н. Омаров, М.К. Бралиев, Д.А. Махсоткалиева // Вестник Западно-Казахстанского инновационно-технологического университета. - 2021. - № 3. - С.29-34.
7. Омаров А.Н. Исследование технического средства для распределения потоков пестицидов / А.Н. Омаров, М.К. Бралиев, М.У. Мухтаров // Наука в центральной России. - 2018. - № 5. - С. 34-41.
8. Омаров А. Н. Теоретическая обоснование применения форсунок с щелевым распылением / А. Н. Омаров, Е. К. Каиргалиев, А. А. Бакыткалиев // Инновация техника и технология. - 2019. - № 5. - С. 32-38.
9. Распыливание жидкостей / Ю.Ф. Дитякин [и др.] - М.: Машиностроение, 1977. - 208с.
10. Распыливание жидкостей / В.А. Бородин [и др.] - М.: Машиностроение, 1967. - 263с.
11. Халатов А.А. Теория и практика закрученных потоков / А.А. Халатов; отв. ред. А.А. Долинский. - Киев: Наук. думка, 1989. - 192 с.
12. Теория турбулентных струй/Г. Н. Абрамович [и др.]; под ред. Г.Н. Абрамовича. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1984. - 388 с.
13. Шершабов И. В. Равномерность распределение материала при работе распылителей/ И. В. Шершабов, И. И. Косенков // Защита растений. - 1985. - № 7. - С. 30-33.
14. Аэродинамика закрученной струи / Р.Б. Ахмедов [и др.] - М.: Энергия, 1977. - 240 с.
15. Моргунов К. П. Механика жидкости газа: учеб. пособие / К.П. Моргунов. - 2-е изд. испр. и доп. - СПб.: Лань, 2018. - 208 с.
16. Кобылко Б. Г. Щелевые распылители для внесения гербицидов / Б.Г. Кобылко, Л.Н. Козин // Защита растений. - 1983. - № 2. - С. 34-35.
17. Чугаев Р. Р. Гидравлика / Р. Р. Чугаев. - Л.: Энергоиздат, 1982. - 661 с.
18. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов/А.П. Исаев [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 400 с.: ил.

19. Расчет и проектирование гидравлической струйной техники / В.П. Бочаров [и др.] - К.: Техника, 1987. - 127 с.
20. О поле скоростей потока жидкости в винтовом канале прямоугольного сечения / Ю. П. Гупало [и др.] - М.: «Наука» - 1977. - № 1. - С. 131-136.
21. Скалов Д. Г. О коэффициенте вариации как показателе качества опрыскивания / Д. Г. Скалов, И. Н. Велецкий // Защита растений. - 1979. - № 7. - С. 36-37.

REFERENCES

1. Lachuga N. F. Promising technologies and equipment for efficient agricultural production / N. F. Lachuga // Niva Tatarstan. - 2006. - No. 5. - S. 40-44.
2. Pazhi D. G. Fundamentals of liquid spraying technique / D. G. Pazhi, V. S. Galustov. - M.: Chemistry, 1984. - 256 p.
3. Omelyukh Ya. K. Popular about sprayers / Ya. K. Omelyukh, S. M. Dutko // Plant Protection. - 1992. - No. 12. - S. 43-44.
4. Braliev M.K., Sabyrova A.S. Description of the formation of drops at the outlet of a slotted nozzle // Science and Education. - 2018. - No. 1. - S. 140-144.
5. Braliev M. K. Improving the uniformity of the distribution of the working fluid over the processing surface when using a pointer device / M. K. Braliev, B. M. Easmagul, A. S. Sabyrova // Science and Education. - 2019. - No. 1. - S. 338-342.
6. Omarov A. N. Analysis of the location of the spray direction of the sprayer and justification of the angle of the nozzle / A. N. Omarov, M. K. Braliev, D. A. Makhsotkalieva // Bulletin of the West Kazakhstan Innovation and Technological University. - 2021. - No. 3. - S. 29-34.
7. Omarov A. N., Braliev M. K., Mukhtarov M. U. Study of a technical means for distribution of pesticide flows // Science in Central Russia. - 2018. - No. 5. - S. 34-41.
8. Omarov A. N. Theoretical justification for the use of nozzles with slotted spraying / A.N. Omarov, E. K. Kairgaliev, A. A. Bakytkaev // Innovation technology and technology. - 2019. - No. 5. - S. 32-38.
9. Spraying liquids / Yu. F. Dityakin [et al.] - M.: Mashinostroyeniye, 1977. - 208 p.
10. Spraying liquids / V. A. Borodin [et al.] - M.: Mashinostroyeniye, 1967. - 263 p.
11. Khalatov A. A. Theory and practice of swirling flows / A. A. Khalatov; resp. ed. A. A. Dolinsky. - Kyiv: Nauk. thought, 1989. - 192 p.
12. Theory of turbulent jets / G. N. Abramovich [and others]; ed. G. N. Abramovich. - 2nd ed., revised. and additional - M. : Nauka, 1984. - 388 p.
13. Shershakov I. V. Uniform distribution of material during the operation of sprayers / I. V. Shershakov, I. I. Kosenkov // Plant Protection. - 1985. - No. 7. - S. 30-33.
14. Aerodynamics of a swirling jet / R. B. Akhmedov [et al.] - M. : Energiya, 1977. - 240 p.
15. Morgunov K.P. Mechanics of liquid gas: textbook. allowance / K. P. Morgunov. - 2nd ed. correct and additional - St. Petersburg. : Lan, 2018. - 208 p.
16. Kobylko B. G. Slit sprayers for herbicide application / B. G. Kobylko, L. N. Kozin // Plant Protection. - 1983. - No. 2. - S. 34-35.
17. Chugaev R. R. Hydraulics / R. R. Chugaev. - L. : Energoizdat, 1982. - 661 p.
18. Hydraulics and hydromechanization of agricultural processes / A. P. Isaev [and others] - M.: Agropromizdat, 1990. - 400 p.: ill.
19. Calculation and design of hydraulic jet technology / V. P. Bocharov [and others] - K.: Tekhnika, 1987. - 127 p.
20. On the velocity field of fluid flow in a helical channel of rectangular cross section / Yu. P. Gupalo [et al.] - M.: "Nauka" - 1977. - No. 1. - P. 131-136.
21. Skalov D. G. On the coefficient of variation as an indicator of the quality of spraying / D. G. Skalov, I. N. Veletsky // Plant Protection. - 1979. - No. 7. - S. 36-37.

ТҮЙІН

Өсімдіктерді қорғау құралдарын жетілдірудің перспективалы бағыты бүрку процесінің тиімділігін арттыруға ықпал ететін бүрку құрылғыларын құру болып табылады.

Қойылған техникалық тапсырмаға дроссель шайбасын орнату арқылы қол жеткізіледі-арналармен ставка, алынбалы гайка ұстағышында, жеткізу құбыры мен саңылаулы бүріккіш корпусының арасында.

Дроссельді жуғыштың негізгі функцияларының бірі-бір орталық каналы және төрт каналы бар диск, бұралу камерасының шетіне қарай көлбеу, дроссельді жуғыштың радиусына перпендикуляр емес, монодисперсті шашыратуға жағдай жасау (120...150 мкм және 250-380 мкм), бұрау камерасының көлемін өзгертпей.

Дроссельді жуғыш қондырғы бар саңылаулы бүріккіш саптамада сұйықтық екі ағынға бөлінеді: бірінші ағын арнаның шетіне қарай көлбеу камералар арқылы өтеді және бұралады, ал екінші ағын сұйықтықтың бір бөлігін осьтік канал арқылы өту нәтижесінде пайда болады. Бұралған және осьтік ағындар бұралу камерасында және саптама каналында өзара әрекеттеседі. Бұл өзара әрекеттесу бүріккіш сұйықтықтың алауын қалыптастыру кезінде шешуші болып табылады.

Қарастырылып отырған газ ағындарының ағымы мен саңылаулы шашыратқыштағы ағындардың араласуы арасында ұқсастық жасай отырып, бұл жағдайда жылдамдықтың осьтік компонентінің жеткілікті дәлдік деңгейімен таралуы біркелкі болады деп күтуге болады. $\omega_{\text{сх}}$ саңылау каналындағы тангенциалды компоненттің таралуын сызықтық деп $\omega_{\text{сф}}$ санауға болады.

Содан кейін саңылаулы бүріккіште өтетін процестерді теориялық сипаттаудың негізгі алғышарттары ретінде келесі болжамдарды қабылдауға болады:

- араластыру камерасында және саптама каналында трансляциялық және айналмалы энергия тасымалданады;

- ығысу қабатының дамуына байланысты заттардың бір қабаттан екінші қабатқа ауысуымен ағындардың өзара енуі жүреді, ал тасымалдау қарқындылығы ағынның бұралу дәрежесіне пропорционал;

- саптама каналындағы жылдамдықтың бірыңғай профилі ағындардың қосылу нүктесінен оның үш диаметріне дейінгі қашықтықта қалыптасады;

Жоғарыда келтірілген теориялық зерттеулер дроссельдік жуғыш-қондырғысы бар саңылаулы шашыратқыштағы сұйықтық ағымының режимдері мен параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

УДК 631.312.542

МРНТИ 55.57.

DOI 10.52578/2305-9397-2022-1-1-212-222

Оқас Қожаберген, PhD, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-7521-0200>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы okas62@mail.ru

Бралиев Майдан Кабатаевич, ЖАК доценті, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, braliyevm@mail.ru

Бектасов Болат, аға оқытушысы, <https://orcid.org/0000-0001-5176-8716> «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, bektasov.1960@mail.ru

Омаров Акылбек Нурлыбекович, Ph.D, , <https://orcid.org/0000-0001-7195-2189>

«Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті» ЖКББЖМ, Ихсанов көшесі, 44/1, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, akylbek-kaz@mail.ru

Okas Kozhabergen, PhD, the main author, <https://orcid.org/0000-0002-7521-0200>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, okas62@mail.ru.

Beraliev Maidan Kabataevich, associate professor of the Higher School of Agroengineering, <https://orcid.org/0000-0002-8755-0480>