

Литература

1. Селиванов Н.И. Эксплуатационные параметры колесных тракторов высокой мощности // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 3. – С. 176–184.
2. Агеев Л.Е., Бахриев С.Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.
3. Эвиев В.А. Методология повышения эффективности функционирования тяговых и тягово-приводных агрегатов за счет оптимизации эксплуатационных режимов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – СПб.-Пушкин, 2005. – 32 с.
4. Журавлев С.Ю. Оценка эффективности функционирования мобильных сельскохозяйственных агрегатов с использованием тяговой характеристики трактора // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 9. – С. 146–151.
5. Селиванов Н.И. Технологическая адаптация колесных тракторов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 216 с.
6. Журавлев С.Ю. Многокритериальная оптимизация энергозатрат при использовании машинно-тракторных агрегатов // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 2. – С. 26–28.

Literatura

1. Selivanov N.I. Jekspluatacionnye parametry kole-snyh traktorov vysokoj moshhnosti // Vestn. KrasGAU. – 2014. – № 3. – S. 176–184.
2. Ageev L.E., Bahriev S.H. Jekspluatacija jenergonasyshhennyh traktorov. – M.: Agropromizdat, 1991. – 271 s.
3. Jeviev V.A. Metodologija povyshenija jeffektivnosti funkcionirovanija tjagovyh i tjagovo-privodnyh agregatov za schet optimizacii jekspluatacionnyh rezhimov: avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk. – SPb.-Pushkin, 2005. – 32 s.
4. Zhuravlev S.Ju. Ocenka jeffektivnosti funkcionirovanija mobil'nyh sel'skohozejstvennyh agregatov s ispol'zovaniem tjagovoj harakteristiki traktora // Vestn. KrasGAU. – 2011. – № 9. – S. 146–151.
5. Selivanov N.I. Tehnologicheskaja adaptacija kole-snyh traktorov / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2017. – 216 s.
6. Zhuravlev S.Ju. Mnogokriterial'naja optimizacija jenergozatrat pri ispol'zovanii mashinno-traktornyh agregatov // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2014. – № 2. – S. 26–28.

УДК 631. 17: 631. 333

**Н.Н. Назаров, В.С. Нестяк,
Н.С. Яковлев, Г.К. Рассомахин,
В.В. Маркин, В.В. Черных,
Т.А. Хлопич**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ**

**N.N. Nazarov, V.S. Nestyak, N.S. Yakovlev, G.K. Rassomakhin,
V.V. Markin, V.V. Chernykh, T.A. Khlopich**

**DETERMINING THE PRINCIPLE OF OPERATION OF TECHNICAL SYSTEM FOR THE DISTRIBUTION
OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN SOWN GRAIN CROPS**

Назаров Н.Н. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаб. обработки почвы и посева зерновых культур Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Нестяк В.С. – д-р техн. наук, зав. лаб. механизации овощеводства Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: nestyak-vs@yandex.ru

Nazarov N.N. – Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Processing of Soil and Seeding of Grain Crops, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Nestyak V.S. – Dr. Techn. Sci., Head, Lab. of Vegetable Growing Mechanization, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: nestyak-vs@yandex.ru

Яковлев Н.С. – д-р техн. наук, зав. лаб. обработки почвы и посева зерновых культур Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Рассомахин Г.К. – канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаб. обработки почвы и посева зерновых культур Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: rgk1959@index.ru

Маркин В.В. – ст. науч. сотр. лаб. обработки почвы и посева зерновых культур Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Черных В.В. – инженер-исследователь лаб. обработки почвы и посева зерновых культур Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Хлопич Т.А. – инженер-исследователь обработки почвы и посева зерновых культур Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

Представлены результаты исследований по поиску принципа действия технической системы внесения в почву рабочих жидкостей биологически активных веществ. Рассматриваемый процесс показан в виде сложной системы, включающей в себя подсистемы дозирования и распределения этих жидкостей по количеству посевных рабочих органов для обработки семян (механизированной инокуляции) одновременно с посевом. При этом имеющиеся в настоящее время дозирующе-распределительные устройства, служащие для внесения в почву жидких форм бактериальных препаратов, не обеспечивают требуемые параметры рассматриваемого технологического процесса в части равномерности распределения их по посевным рабочим органам. Суть решения данной проблемы определяется нахождением принципа действия технической системы для равномерного распределения рабочих жидкостей биологически активных веществ. Функционирование этой системы представлено в виде графа эффектов с максимально допустимым числом уровней, равным пяти. При этом искомые принципы действия системы состоят из эффектов, которые образуют цепь, соединяющие каждую из двух соседних вер-

Yakovlev N.S. – Dr. Techn. Sci., Head, Lab. of Processing of Soil and Seeding of Grain Crops, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Rassomakhin G.K. – Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Processing of Soil and Seeding of Grain Crops, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: rgk1959@index.ru

Markin V.V. – Senior Staff Scientist, Lab. of Processing of Soil and Seeding of Grain Crops, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Chernykh V.V. – Engineer-Researcher, Lab. of Processing of Soil and Seeding of Grain Crops, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: yakovlev-46@inbox.ru

Khlopich T.A. – Engineer-Researcher, Lab. of Processing of Soil and Seeding of Grain Crops, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture, Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies, RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: sibime-nazarov@yandex.ru

шин графа. Обоснована целесообразность применения напорной системы распределения рабочих жидкостей и их дозирование по количеству посевных рабочих органов для обработки (инокуляции) семян в момент высева. Установлена взаимосвязь распределения рабочих жидкостей биологически активных веществ по посевным рабочим органам с наличием их скоростного потока в распределителе-дозаторе. Определен принцип действия системы как совокупность физических эффектов, согласованное проявление которых обеспечивает выполнение ее функций. Изложение материала основано на применении комбинаторного метода с использованием алгоритма комбинирования эффектов.

Ключевые слова: *технические системы, принцип действия, биологически активные вещества, дозирование, распределение, механизированная инокуляция семян.*

The results of the researches on the investigation of the principle of action of technical system of entering into the soil of working liquids of biologically active agents are presented. Considered process is shown in the form of difficult system including the subsystems of

dispensing and distribution of these liquids by the number of sowing working bodies for processing of seeds (mechanized inoculation) along with crops. Thus dosing and distributing devices available now serving for entering into the soil of liquid forms of bacterial preparations do not provide demanded parameters of considered technological process regarding the uniformity of their distribution on sowing working bodies. The essence of the solution of this problem is defined by finding out the principle of action of technical system for uniform distribution of working liquids of biologically active agents. Functioning of this system is presented in the form of counting the effects with the most admissible number of levels, equal to five. Thus required principles of action of the system consist of the effects which form the chains connecting each of two next tops of the count. The expediency of using pressure head system of distribution of working liquids and their dispensing by the number of sowing working bodies for processing (inoculation) of seeds at the time of seeding is proved. The interrelation of distribution of working liquids of biologically active agents on sowing working bodies with the existence of their high-speed stream in the distributor batcher was established. The principle of action of the system as set of physical effects which coordinated manifestation provides performance of its functions was defined. The statement of material is based on the application of combinatory method with using algorithm of the combination of effects.

Keywords: *technical systems, the principle of action, biologically active agents, dispensing, distribution, mechanized inoculation of seeds.*

Введение. Повышение продуктивности почвы, занятой под зерновыми культурами, и увеличение выхода продукции с единицы площади связано с созданием в корнеобитаемом слое почвы высоких доз легкодоступных соединений азота, служащих основным источником питания высокоурожайных сортов растений. Решение проблемы азотного питания за счет использования традиционных методов при ограниченных экономических возможностях сельскохозяйственных предприятий, возрастающих энергетических и экологических проблемах позволяет в настоящее время лишь на 10–15 % удовлетворить потребности земледелия в этом факторе.

Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является метод непосредственного использования атмосферного азота для питания сельскохозяйственных культур, при котором азотфиксирующие бактерии, размножаясь в ризосфере, фиксируют атмосферный азот и обеспечивают, по различным литературным данным, в зонах умеренного климата не менее 20 % потребности зерновых в азоте, а наиболее перспективный способ их приме-

нения – внесение бактериальных препаратов в виде рабочей жидкости одновременно с посевом зерновых культур [1].

Имеющиеся в настоящее время дозирующе-распределяющие устройства, служащие для внесения в почву жидких форм бактериальных препаратов, в той или иной мере не полностью обеспечивают решение ряда вопросов, например, внесение рабочей жидкости (РЖ) в малых объемах и равномерность ее распределения по заданному количеству посевных рабочих органов.

Процесс внесения в почву рабочих жидкостей бактериальных препаратов (азотфиксирующих бактерий и других биологически активных веществ) одновременно с посевом зерновых представляется сложной технической системой, включающей в себя подсистемы дозирования и распределения этих РЖ в заданных объемах по количеству посевных рабочих органов и обработку семян (механизованную инокуляцию) в подсошниковой зоне посевных рабочих органов [2–4].

Суть решения обозначенной проблемы заключается в нахождении принципа действия технической системы, обеспечивающей точное дозирование РЖ азотфиксирующих бактерий и других биологически активных веществ по заданному количеству посевных рабочих органов. При этом под принципом действия системы (ПД) понимается совокупность физических, химических и тому подобных эффектов, согласованное проявление которых обеспечивает выполнение ее функции [5].

Цель исследования: совершенствование процесса равномерного распределения жидких форм бактериальных препаратов по посевным рабочим органам.

Задачи исследования:

1) определить принцип действия технической системы внесения в почву рабочих жидкостей бактериальных препаратов;

2) выявить взаимосвязи процесса формирования и распределения рабочих жидкостей бактериальных препаратов по посевным рабочим органам.

Методы исследования. Материал основан на применении комбинаторного метода, базой которого является массив эффектов (эффект – это взаимосвязь между двумя явлениями (процессами), реализующийся в определенных условиях [6–9]), а алгоритм представляет собой процедуру комбинирования эффектов, проводимую по заданным правилам.

Граф эффектов рассматриваемой технической системы представлен на рисунке 1.

Упорядоченное дерево (граф нисходящего типа с максимально допустимым числом уровней ($i = 5$)) показано на рисунке 2.

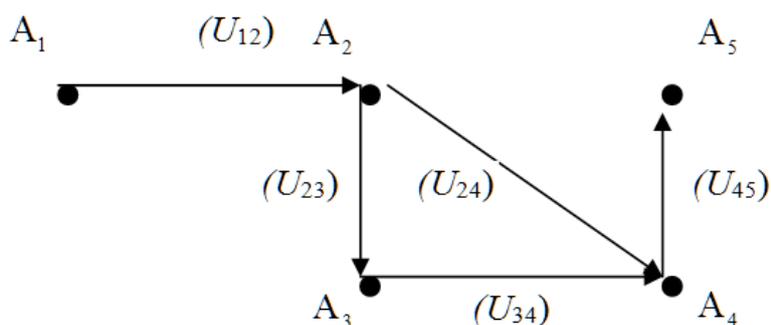


Рис. 1. Граф эффектов технической системы внесения в почву рабочих жидкостей бактериальных препаратов: A_1 – РЖ бакпрепаратов находится в емкости для хранения и транспортировки; A_2 – транспортировка рабочей жидкости к дозатору (насосу-дозатору); A_3 – подача рабочей жидкости к пускорегулирующей аппаратуре; A_4 – подача рабочей жидкости к распределителю; A_5 – распределение РЖ в полосу посева семян

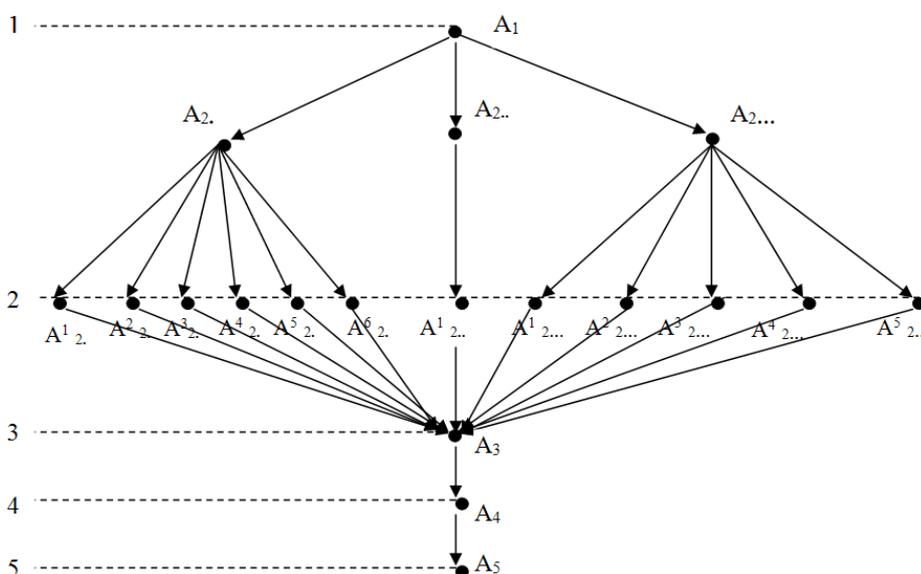


Рис. 2. Упорядоченное дерево-граф нисходящего типа.

Дозаторы: $A_{2.}$ – безнапорные; $A_{2..}$ – напорные, с созданием избыточного давления над жидкостью; $A_{2...}$ – напорные, с созданием давления в системе насосом; $A_{2.}^1$ – безнапорные дозаторы с трубкой постоянного уровня; $A_{2.}^2$ – безнапорные дозаторы с дополнительным бачком; $A_{2.}^3$ – безнапорные дозаторы с поплавковой камерой; $A_{2.}^4$ – безнапорные дозаторы с плавающим поплавком; $A_{2.}^5$ – безнапорные дозаторы черпачковые элеваторного типа; $A_{2.}^6$ – безнапорные дозаторы черпачковые роторного типа; $A_{2..}^1$ – напорные дозаторы с воздушным компрессором; $A_{2...}^1$ – напорные дозаторы с диафрагменным насосом; $A_{2...}^2$ – напорные дозаторы с центробежным насосом; $A_{2...}^3$ – напорные дозаторы с шестеренчатым насосом; $A_{2...}^4$ – напорные дозаторы с шланговым насосом; $A_{2...}^5$ – напорные дозаторы с плунжерным насосом; A_1 – транспортировка запаса рабочей жидкости; A_3 – пускорегулирующая аппаратура; A_4 – распределитель рабочей жидкости; A_5 – посевной рабочий орган.

При этом среду и цель функционирования технической системы при условии, что скорость движения потока рабочей жидкости может увеличиваться, уменьшаться или быть постоянной можно записать в виде

$$3WY \rightarrow 3NX, \quad (1)$$

где $3WY$ – наличие движущегося потока рабочей жидкости бактериальных препаратов; $3NX$ – качественные показатели распределения РЖ бактериальных препаратов по посевным рабочим органам.

Наличие гравитационной силы ($3H_q$), действующей на транспортируемый запас рабочей жидкости бактериальных препаратов (X) в емкости, приводит к перемещению потока этой РЖ к дозатору:

$$3H_q \rightarrow 3LX. \quad (2)$$

Использование гравитационной силы ($3H_q$), действующей на транспортируемый запас РЖ бактериальных препаратов (X), приводит к повышению неравномерности распределения этой РЖ по посевным рабочим органам:

$$3H_q \rightarrow 5NX. \quad (3)$$

Использование распределительной штанги с непрерывным расходом жидких препаратов по ее длине приводит к повышению неравномерности распределения этих препаратов по посевным рабочим органам:

$$2QW \rightarrow 5NX. \quad (4)$$

Отрицательный эффект, связанный с повышением неравномерности распределения РЖ препаратов при использовании гравитационных сил, оказывает решающее влияние на конечный результат. Поиск технического решения для его устранения (или сглаживания его негативных последствий) приводит в определенной степени к усложнению конструкции при низкой эффективности. Поэтому, в рамках данного массива эффектов, построение дерева в этом направлении нецелесообразно. К аналогичным выводам приводит анализ возможности использования распределительной штанги с непрерывным расходом жидких препаратов по ее длине.

Результаты исследования и их обсуждение. Искомые принципы действия рассматриваемой технической системы будут состоять из эффектов, которые образуют цепи, соединяющие каждую из двух соседних вершин.

$$\begin{array}{l}
 1. A_1 \rightarrow A_{2\bullet}^1 U_{1.2\bullet}^1, A_{2\bullet}^1 \rightarrow A_3 U_{2\bullet 3}^1 \\
 2. A_1 \rightarrow A_{2\bullet}^2 U_{1.2\bullet}^2, A_{2\bullet}^2 \rightarrow A_3 U_{2\bullet 3}^2 \\
 3. A_1 \rightarrow A_{2\bullet}^3 U_{1.2\bullet}^3, A_{2\bullet}^3 \rightarrow A_3 U_{2\bullet 3}^3 \\
 4. A_1 \rightarrow A_{2\bullet}^4 U_{1.2\bullet}^4, A_{2\bullet}^4 \rightarrow A_3 U_{2\bullet 3}^4 \\
 5. A_1 \rightarrow A_{2\bullet}^5 U_{1.2\bullet}^5, A_{2\bullet}^5 \rightarrow A_3 U_{2\bullet 3}^5 \\
 6. A_1 \rightarrow A_{2\bullet}^6 U_{1.2\bullet}^6, A_{2\bullet}^6 \rightarrow A_3 U_{2\bullet 3}^6 \\
 7. A_1 \rightarrow A_{2\bullet\bullet}^7 U_{1.2\bullet\bullet}^7, A_{2\bullet\bullet}^7 \rightarrow A_3 U_{2\bullet\bullet 3}^7 \\
 8. A_1 \rightarrow A_{2\bullet\bullet\bullet}^8 U_{1.2\bullet\bullet\bullet}^8, A_{2\bullet\bullet\bullet}^8 \rightarrow A_3 U_{2\bullet\bullet\bullet 3}^8 \\
 9. A_1 \rightarrow A_{2\bullet\bullet\bullet}^9 U_{1.2\bullet\bullet\bullet}^9, A_{2\bullet\bullet\bullet}^9 \rightarrow A_3 U_{2\bullet\bullet\bullet 3}^9 \\
 10. A_1 \rightarrow A_{2\bullet\bullet\bullet}^{10} U_{1.2\bullet\bullet\bullet}^{10}, A_{2\bullet\bullet\bullet}^{10} \rightarrow A_3 U_{2\bullet\bullet\bullet 3}^{10} \\
 11. A_1 \rightarrow A_{2\bullet\bullet\bullet}^{11} U_{1.2\bullet\bullet\bullet}^{11}, A_{2\bullet\bullet\bullet}^{11} \rightarrow A_3 U_{2\bullet\bullet\bullet 3}^{11} \\
 12. A_1 \rightarrow A_{2\bullet\bullet\bullet}^{12} U_{1.2\bullet\bullet\bullet}^{12}, A_{2\bullet\bullet\bullet}^{12} \rightarrow A_3 U_{2\bullet\bullet\bullet 3}^{12}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1. \\ 2. \\ 3. \\ 4. \\ 5. \\ 6. \\ 7. \\ 8. \\ 9. \\ 10. \\ 11. \\ 12. \end{array}} \right\} A_3 \rightarrow A_4 U_{3,4}, A_4 \rightarrow A_5 U_{4,5}$$

Практическое же решение задачи сводится в целом к разрешению проблемы $3WY \rightarrow 3NX$, поэтому наиболее вероятно построение дерева в направлении создания высокоскоростного потока рабочей жидкости бактериальных препаратов.

Увеличение скорости движения потока РЖ ($1VX$) можно рассматривать как наличие ускоряющей этот поток постоянной силы ($1FX$) при условии, что:

- 1) сила принадлежит другому телу;
- 2) это тело является твердым;

3) имеет место контакт двух тел

$$1VX \rightarrow 1FX. \quad (5)$$

Наличие постоянно действующей силы ($1FX$) на поток РЖ можно рассматривать в качестве фактора увеличения количества движения этого потока $1mVX$:

$$1FX \rightarrow 1mVX. \quad (6)$$

Наличие постоянно действующей силы ($1FX$) приводит к увеличению линейной скорости движения тела $1VX$:

$$1FX \rightarrow 1VX. \quad (7)$$

Увеличение линейной скорости движения потока ($1VX$) можно рассматривать как фактор наличия инерционных сил при распределении РЖ бактериальных препаратов по посевным рабочим органам:

$$1VX \rightarrow 3J_c. \quad (8)$$

Использование устройств напорного действия для создания рабочего давления в гидравлической системе обеспечивает появление инерционных сил при распределении рабочих жидкостей бактериальных препаратов:

$$3PW \rightarrow 3J_c. \quad (9)$$

Наличие инерционных сил ($3JX$) приводит к повышению качества дозирования РЖ бактериальных препаратов вне зависимости от колебания посевного агрегата при движении по полю:

$$3J_c \rightarrow 3NX. \quad (10)$$

Наличие линейной скорости движения потока ($1VX$) приводит к распаду струи этого потока при условии, что: 1) на пути струи находится твердое тело; 2) скорость движения жидкости может увеличиваться, уменьшаться или оставаться постоянной; 3) угол между вектором скорости текущей среды и поверхностью твердого тела не равен нулю:

$$1VX \rightarrow 3UX. \quad (11)$$

Равномерность распределения жидких препаратов, движущихся в струе, возможна при наличии определенного зазора между началом истечения этой струи из форсунки и твердым телом:

$$3QW \rightarrow 3NX. \quad (12)$$

Изложенный материал иллюстрирует факт наличия положительных и отрицательных эффектов в общем процессе распределения жидких препаратов по посевным рабочим органам. Достижение конечного результата – максимального качества распределения рабочей жидкости бактериальных препаратов – возможно в случае, когда суммарная эффективность положительных взаимосвязей процессов (явлений) больше влияния отрицательных эффектов или самого наихудшего из них:

$$\sum_{i=1}^N k_i \mathcal{E}_n > \sum_{j=1}^n k_j \mathcal{E}_{om}, \quad (13)$$

где k_i, k_j – коэффициенты, учитывающие вес, долю отдельного эффекта в общем перечне участвующих в процессе эффектов.

В данном случае сумма эффектов рассматривается не как их механическое сложение, но как интенсивность их влияния на конечный результат.

Наличие причинно-следственных связей между эффектами приводит в некоторых случаях к противоречиям. Так, ухудшение качества распределения РЖ бактериальных препаратов приводит к снижению объема расхода этих препаратов. Если последнее является положительным и значимым, то первый показатель нежелателен, и он не может быть приемлем для практической реализации.

Дерево эффектов распределения рабочих жидкостей биологически активных веществ по посевным рабочим органам представлено на рисунке 3.

Принцип действия системы распределения биологически активных веществ по посевным рабочим органам:

$$3LX \rightarrow 1VX \rightarrow 1FX \rightarrow 1mVX \rightarrow 3J_c \\ \rightarrow 3QW \rightarrow 3UX \rightarrow 3NX.$$

По результатам приведенного исследования установлено, что подобного рода рабочим органом для распределения потока рабочих жидкостей бактериальных препаратов может быть устройство, представленное на рисунках 4 и 5.

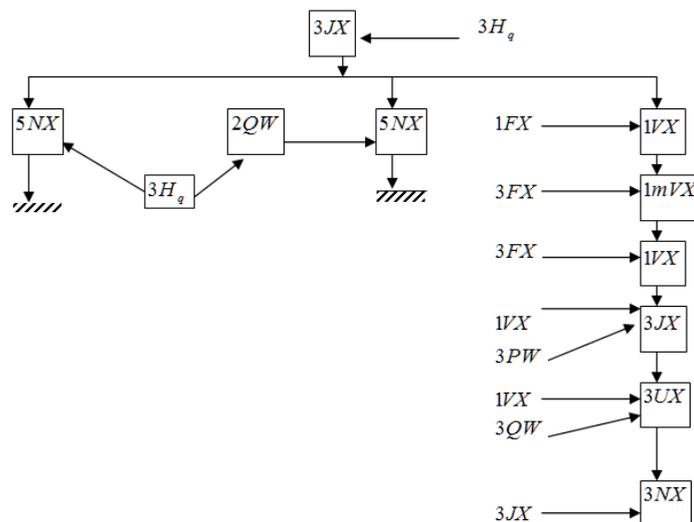


Рис. 3. Дерево эффектов процесса распределения биологически активных веществ по посевным рабочим органам: $3H_q$ – гравитационная сила; $3JX$ – инерционные силы; $5NX$ – повышение неравномерности распределения рабочей жидкости по посевным рабочим органам; $2QW$ – распределительная штанга с непрерывным расходом жидких препаратов по ее длине; $1FX$ – наличие ускоряющей поток постоянной силы; $3FX$ – постоянно действующая сила на поток рабочей жидкости; $1VX$ – линейная скорость движения тела; $3PW$ – устройство напорного действия для создания рабочего давления в гидравлической системе; $3QW$ – зазор между началом истечения струи рабочей жидкости из форсунки и твердым телом; $1mVX$ – количество движения потока рабочей жидкости; $3UX$ – распад струи потока рабочей жидкости; $3NX$ – равномерность (качество) распределения жидких препаратов по посевным рабочим органам, движущихся в струе потока

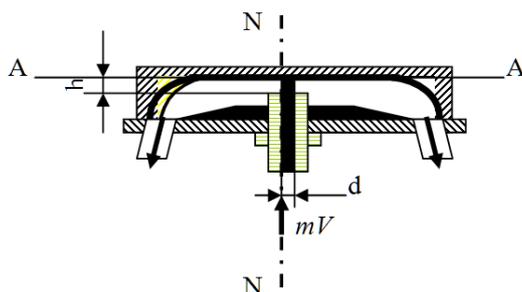


Рис. 4. Схема устройства для распределения потока рабочих жидкостей бактериальных препаратов



Рис. 5. Устройство для распределения потока рабочих жидкостей бактериальных препаратов – девятиканальная делительная головка

Поток жидкости mV , выходящий из канала форсунки диаметром d , ударяется о преграду (отражатель «А-А»), расположенную нормально к ней по оси $N - N$. В результате упругого деформирования пото-

ка жидкости при прохождении в зазоре между торцом форсунки и дефлектором h обеспечивается его симметричное и равномерное течение в пленке по горизонтальному участку дефлектора, отклонение

направления этого движения на угол до 90° (см. рис. 3), формирование «факела распыла» в виде пустотелого цилиндра диаметром, равным диаметру делительной окружности выходных отверстий отводящих патрубков для стока жидкости к рабочим органам [10]. При использовании подобного рода устройств высокое качество распределения (неравномерность распределения, оцениваемая коэффициентом вариации, менее 10 %, достигается при давлении рабочей жидкости в системе до 0,3 МПа, диаметре канала форсунки – 3–5 мм и возможном угле отклонения распределителя от вертикали – до 6 град.

Выводы

1. Процесс формирования и распределения рабочих жидкостей бактериальных препаратов по посевным рабочим органам основан на наличии транспортируемого запаса этой жидкости и гравитационной силы для подачи РЖ к дозаторам напорного действия.

2. Повышение равномерности распределения рабочей жидкости бактериальных препаратов по количеству посевных рабочих органов обусловлено созданием скоростного потока РЖ в распределителе-дозаторе напорного действия с установленным зазором между торцом форсунки и дефлектором.

Литература

1. Щучка Р.В., Кадьров С.В. Влияние способов применения биопрепаратов и стимуляторов роста на азотфиксацию и урожай семян сои // Повышение урожайности полевых культур в Центрально-Черноземном районе: сб. науч. тр. / Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2004. – С. 35–37.
2. Докин Б.Д. Инновационные ресурсосберегающие технологии производства зерна в Сибири // Инновации в агропромышленном комплексе: мат-лы междунар. науч.-практ. форума (3–4 июня 2009 г.) / Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2009. – С. 120–126.
3. Милаев П.П. Система согласованных показателей для оценки эффективности функционирования инженерно-технологических систем производства продукции земледелия // Инженерно-технологическое обеспечение технологических процессов в агропромышленном комплексе Сибири: сб. науч. тр. / РАСХН, Сиб. отд-ние, СибИМЭ. – Новосибирск, 2007. – С. 150–160.
4. Каширский А.И., Нестяк В.С. Системное моделирование биотехнических процессов для производства рассады // Вестн. алтайской науки. Вып. 1. Проблемы агропромышленного ком-

- плекса. Т. 1 / Алтайский гос. аграр. ун-т. – Барнаул, 2001. – С. 233–234.
5. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем.– М.: Речной транспорт, 1990. – 112 с.
6. Автоматизация поискового конструирования. – М.: Радио и связь, 1981. – 344 с.
7. Зарипов М.Ф. и др. Энергоинформационный метод научно-технического творчества. – М.: Изд-во ВНИИПИ, 1988. – 152 с.
8. Чус А.В. Основы технического творчества. – Киев: Виц. шк., 1983. – 183 с.
9. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. – М.: Речной транспорт, 1990. – 148 с.
10. Пат. 86302 Российская Федерация: МПК G01F13/00. Многопоточный распределитель жидкости / Назаров Н.Н.; заявитель и патенто-обладатель Государственное научное учреждение «Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» Сибирского отделения Россельхозакадемии (ГНУ СибИМЭ СО Россельхозакадемии) (RU). – № 2009114997/22, заявл. 2009.20.04, опубли. 2009.27.08.

Literatura

1. Shhuchka R.V., Kadyrov S.V. Vlijanie sposobov primeneniya biopreparatov i stimulyatorov rosta na azotfiksaciju i urozhaj semjan soi // Povyshenie urozhajnosti polevyh kul'tur v Central'no-Chernozemnom rajone: sb. nauch. tr. / Voronezhskij GAU. – Voronezh, 2004. – S. 35–37.
2. Dokin B.D. Innovacionnye resursoberegajushhie tehnologii proizvodstva zerna v Sibiri // Innovacii v agropromyshlennom komplekse: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. foruma (3–4 ijunja 2009 g.) / Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2009. – S. 120–126.
3. Milaev P.P. Sistema soglasovannyh pokazatelej dlja ocenki jeffektivno-sti funkcionirovanija inzhenerno-tehnologicheskikh sistem proizvodstva produkcii zemledelija // Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie tehnologi-cheskikh processov v agropromyshlennom komplekse Sibiri: sb. nauch. tr. / RASHN, Sib. otd-nie, SibIMJe. – Novosibirsk, 2007. – S. 150–160.
4. Kashirskij A.I., Nestjak V.S. Sistemnoe modelirovanie biotehnicheskikh processov dlja proizvodstva rassady // Vestn. altajskoj nauki. Vyp. 1. Problemy agropromyshlennogo kompleksa. T. 1 / Altajskij gos. agrar. un-t. – Barnaul, 2001. – S. 233–234.

5. Glazunov V.N. Poisk principov dejstvija tehničeskikh sistem.– M.: Rečnoj transport, 1990. – 112 s.
6. Avtomatizacija poiskovogo konstruirovanija. – M.: Radio i svjaz', 1981. – 344 s.
7. Zaripov M.F. i dr. Jenergoinformacionnyj metod nauchno-tehničeskogo tvorčestva. – M.: Izd-vo VNIPI, 1988. – 152 s.
8. Chus A.V. Osnovy tehničeskogo tvorčestva. – Kiev: Vishh. shk., 1983. – 183 s.
9. Glazunov V.N. Parametričeskij metod razrešeni-ja protivorečij v tehnike. – M.: Rečnoj transport, 1990. – 148 s.
10. Pat. 86302 Rossijskaja Federacija: MPK G01F13/00. Mnogopotočnyj raspredelitel' zhidkosti / Nazarov N.N.; zajavitel' i paten-toobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Sibirskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektifikacii sel'skogo ho-zjajstva» Sibirskogo otdelenija Rossel'hozakademii (GNU SibiMJe SO Rossel'hozakademii) (RU). – № 2009114997/22, zajavl. 2009.20.04, opubl. 2009.27.08.

УДК 658.382.2

Н.И. Чепелев

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСАЖДЕНИЯ ПЫЛИ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ В ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

N.I. Chepelev

THEORETICAL ASPECTS OF DUST PRECIPITATION BY ELECTROSTATIC PRECIPITATORS IN POULTRY PREMISES

Чепелев Н.И. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. безопасности жизнедеятельности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Chepelev N.I. – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Health and Safety, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Целью исследований является снижение концентрации пыли в птицеводческих помещениях способом осаждения пыли посредством электрофильтров. В задачи исследования входит: 1) провести анализ методов очистки воздуха от производственной пыли в птицеводческих помещениях; 2) на основе анализа существующих методов и технических средств предложить наиболее эффективный способ очистки воздуха от производственной пыли в птицеводческих помещениях. Проведенный анализ существующих методов и технических средств очистки воздушной среды производственных помещений в птицеводстве выявил недостатки в работе этих систем. Не достаточно удовлетворяются требования, предъявляемые к современным средствам пылеудаления в сельскохозяйственных помещениях. Наиболее эффективными аппаратами снижения уровня запыленности являются электрофильтры, основанные на действии коронного разряда. В настоящее время способ электрической очистки газов от различных частиц является одним из перспективных и позволяет с достаточно высокой эффективностью и низкими энергозатратами

осаждать примеси в воздухе производственных помещений. Однако запатентованные в настоящее время электрофильтры имеют ограниченную область применения. Это связано с тем, что электрофильтры обеспечивают высокую эффективность пылеудаления при значительных габаритных размерах этих устройств. В помещениях, где необходимо осуществлять перемещение значительного объема воздуха посредством вентиляции, применение электрофильтров с плоскими электродами весьма затруднительно ввиду значительных габаритных размеров. Техническим решением указанной проблемы является применение цилиндрических многосекционных электрофильтров, у которых все коронирующие и осадительные электроды имеют форму цилиндра и расположены при этом радиально, поочередно следуя один за другим. Как показали практические результаты, данная конструкция более качественно очищает значительные объемы воздуха, при этом не требуется реконструкции технологического оборудования, расширения производственных площадей и освобождения дополнительного пространства.