

15. Kalimullin, M. Improvement of potato cultivation technology / M. Kalimullin, R. Abdrakhmanov, R. Andreev // Earth and Environmental Science: IOP Conference Series: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012017.

Information about authors

1. **Gavrilov Vladislav Nikolaevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: gavrilov-vlad21@yandex.ru, tel. 8-937-374-21-56;

2. **Ivanov Vladimir Andreevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: vladimir21@mail.ru;

3. **Novikov Aleksey Mikhailovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: novam1@yandex.ru.

УДК 633.791:631

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ МЕХАНИЗАЦИИ В ОТРАСЛИ ХМЕЛЕВОДСТВА

Ю. П. Дмитриев¹⁾, В. И. Юрьев²⁾, О. Ю. Дмитриева³⁾, С. Ю. Дмитриев⁴⁾

¹⁾Чувашский государственный аграрный университет
428000, Чебоксары, Российская Федерация

²⁾Союз ветеранов агропромышленного комплекса
428000, Чебоксары, Российская Федерация

³⁾Чебоксарский экономико-технологической колледж
428000, Чебоксары, Российская Федерация

⁴⁾Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
109428, Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье анализируется состояние уровня механизации в хмелеводческой отрасли, а также представлен комплекс машин и агрегатов, применяемых в настоящее время в хмелеводстве для механизации трудоемких процессов: машины для междурядной обработки почвы, для ее боронования и культивации, окуливания растений с одновременным внесением минеральных удобрений, а также технические средства для проведения специального агроприема – обрезки главного корневища, машина для проведения работ по защите хмеля от вредителей, болезней и сорняков. Даны основные технические характеристики и рекомендации по эксплуатации предложенных технических средств для выполнения основных технологических операций при возделывании хмеля. Агротехнические требования к средствам механизации могут быть использованы и учтены при выборе параметров рабочих органов и режимов работы при проектировании и разработке машин нового поколения сельскохозяйственного назначения. Применение этих технических средств позволяет снизить затраты труда на основных операциях, выполнить сезонные работы в оптимальные агротехнические сроки, позволяющие в конечном итоге сохранить и получить качественный урожай до 20 ц/га и выше с содержанием альфа-кислот в шишках в размере 4-9 %.

Ключевые слова: хмель, комплекс машин, агротехнические требования, культивация, боронование, междурядная обработка, технологическая операция.

Введение. В настоящее время основным направлением развития производства хмеля является возделывание его на промышленной основе.

На сегодняшний день более 90 % валового сбора хмеля в Российской Федерации приходится на Чувашскую Республику. Правительством республики создаются благоприятные организационные и финансовые условия для развития сельскохозяйственного производства [2].

Хозяйственное значение хмеля в первую очередь обусловлено тем, что шишки этого растения являются обязательным и незаменимым сырьем в пивоваренной промышленности. Кроме того, хмель также применяется в медицине и в других отраслях народного хозяйства [3].

Поэтому спрос на хмелевое сырье ежегодно растет, что вынуждает решать вопрос восстановления и развития хмелеводства не только в специализированных, но и в фермерских (крестьянских) и личных подсобных хозяйствах.

Несмотря на это, специализация и концентрация отрасли сдерживаются, главным образом, низким уровнем механизации, особенно таких трудоемких процессов, как уборка и послеуборочная обработка продукции. Поэтому повышение уровня механизации рассматривается как одна из первоочередных задач хмелеводческой отрасли.

Анализ уровня энергообеспеченности отрасли хмелеводства показывает, что существующий технический потенциал России в настоящее время не может полностью обеспечить внедрение современных передовых технологий.

Цель настоящей работы – внедрение новых машин для механизации целого ряда технологических операций по возделыванию, уборке и первичной переработке хмеля, что, в свою очередь, является главным условием выполнения работ в оптимальные агротехнические сроки, сокращения затрат и повышения производительности труда.

Внедрение интенсивной технологии при возделывании хмеля предусматривает поточное выполнение всех технологических операций в строгой последовательности с соблюдением оптимальных агротехнических сроков.

Материалы и методы исследований. В процессе возделывания хмеля российские хмелеводы в основном используют комплекс машин и агрегатов, разработанный в свое время Чувашским НИПТИХ: подрезчик корневищ хмеля типа ПКХ-22, станок для изготовления поддержек СПХ-6, вышка хмелевая ВХ-4, роторный раскрывщик корневищ, машина для внесения минеральных удобрений МВУ-1,7 и другие. В последние годы учеными Чувашского ГАУ разработана и внедрена в производство серия машин и агрегатов для прогрессивной ресурсосберегающей технологии возделывания хмеля: вышка для навешивания поддержек хмеля с рабочей платформой, глубокорыхлитель-кратователь, навесной бороновальный агрегат, машина для посадки хмеля и ряд других новшеств [4].

Новые машины, вводимые в систему агрегатов в хмелеводстве, должны отвечать агротехническим требованиям. Агротехнические требования к выполнению технологических операций являются основой выбора параметров рабочих органов и режимов работы машин сельскохозяйственного назначения.

Был выполнен аналитический обзор и анализ высокоэффективных отечественных машин и агрегатов для производства хмеля.

Результаты исследований и их обсуждение. Одной из причин низкой урожайности хмеля является высокая засоренность плантаций и несвоевременное проведение ручных прополок в рядах. Сорняки, вынося питательные вещества из почвы, значительно ухудшают условия роста и развития хмеля. В последние годы в связи с внедрением улучшенной технологии возделывания хмеля кроме агротехнических приемов в борьбе с сорняками на плодоносящих хмельниках применяют почвенные гербициды: «Стомп», 33 % КЭ, послевсходовой – «Базагран», 48 % ВР.

Для сплошного внесения гербицидов на хмельниках при проведении химической рамовки и пасынкования применяют агрегат АВГХ-2,5, созданный на базе опрыскивателя ОПВ 2000.

Агротехнические требования к внесению гербицидов:

1. Обрабатывают хмельники гербицидами для защиты растений в соответствии с указаниями агронома с учетом степени засоренности и видового состава сорняков. Вносят гербициды после обрезки корневищ хмеля до навешивания поддержек.

2. При опрыскивании гербицидами необходимо обеспечить равномерное покрытие ими почвы, их закладку, соблюдать норму расхода рабочей жидкости в процессе опорожнения резервуаров.

3. Рабочая жидкость должна быть однородной по составу. Отклонение концентрации рабочей жидкости от расчетной не должно превышать $\pm 5\%$.

4. Отклонение нормы расхода гербицида от установленной – $\pm 10\%$.

5. Опрыскивать хмельники при силе ветра более 5 м/с в жаркое время дня и при температуре воздуха ниже + 10 °С не допускается. Лучшее время суток для химической обработки – с 4 до 10 часов утра и с 17 до 22 часов вечера.

6. Не допускается попадание рабочей жидкости гербицида при разворотах на лесополосы и посеvy других культур.

7. При опрыскивании участков хмеля грехи и перекрытия не допускаются.

8. Скорость движения агрегата при внесении гербицида должна быть постоянной (5,0...5,9 км/ч).

Раундап, нанесенный на поверхность листьев или побегов, поглощается растением в течение 4-6 часов. Переносится в корни и другие части растения в течение 5-7 дней. Сорные растения погибают в результате нарушения процесса синтеза аминокислот. После внесения Раундап не заделывается в почву, а остальные гербициды необходимо сразу заделывать в почву боронованием.

Междурядная обработка хмельников включает: боронование и культивацию почвы на глубину 0,15 – 0,18 м, окучивание растений с одновременным внесением минеральных удобрений (или без внесения), укрытие (окучивание) главных корневищ в период вегетации и на зиму после уборки урожая и их последующее открытие весной [1]. Закрытие влаги проводят боровами БЗСС-1,0, культивацию, рыхление почв в междурядьях, а также окучивание растений – плугами-рыхлителями ПРВН-1,5 АХ, универсальным плугом-рыхлителем ПРВН-3Х и навесным плугом-рыхлителем ПРН-2,5АХ. Для этих же целей используется навесная борона ПБА-2,5 АХ, которая выполняет операции по закрытию влаги, очистке от пожневых остатков, рыхлению и выравниванию междурядий хмельников для последующей механизированной обработки почвы.

Боронование – прием поверхностной обработки и выравнивания почвы, обеспечивающий рыхление, перемещение почвенных частиц и уменьшение испарения влаги из почвы, а также частичное уничтожение ростков и всходов сорняков.

Агротехнические требования к боронованию хмельников:

1. Начало и конец работы комбинированной почвообрабатывающей машины на хмельнике определяются агрономом-хмелеводом в зависимости от состояния почвы и агротехнических требований.

2. Почвенная корка должна быть разрушена, поверхность почвы равномерно разрыхлена на глубину не менее 3...5 см.

3. Отсутствие глыбистости. Глыбы должны быть раскрошены на мелкие комки, не превышающие в диаметре 3...4 см.

4. Выравненность поверхности почвы. Высота гребней и глубина бороздок не должна превышать 3...4 см.

5. Огрехи и пропуски не допускаются.

6. Движение агрегата должно быть прямолинейным, рабочие органы – находиться на одинаковой глубине.

7. Сцепка с выравнивателем при междурядном бороновании должна проходить на 30 см от центра гребня борозды.

8. При работе бороны-выравнивателя должно быть уничтожено не менее 75 % сорняков.

9. Не допускаются повреждение главных корневищ и надземной части стеблей.

10. Скорость движения агрегата – не более 8 км/час.

Культивация (рыхление) – прием поверхностной обработки почвы, обеспечивающий ее рыхление, частичное перемешивание, выравнивание поверхности, а также подрезание сорняков.

Рыхление позволяет увеличить доступ воздуха, ускорить прогревание почвы, уничтожить сорняки в стадии прорастания.

Ширина захвата агрегата зависит от схемы посадки хмеля, защитная зона от центра ряда должна быть не менее 30 см, а при глубоком рыхлении междурядья – до 40 см.

Агротехнические требования к рыхлению междурядий:

1. Культивация должна проводиться в оптимальные сроки на заданную глубину, отклонение от заданной глубины не должно превышать 1 см.

2. Верхний слой почвы после рыхления должен быть мелкокомковатым, а величина комков – 3...5 см.

3. Глубина рыхления должна быть равномерной, неровность дна борозды не должна превышать ± 2 см.

4. Поверхность почвы после культивации должна быть ровной, а высота гребней взрыхленных междурядий хмельника – не более 3...4 см.

5. Полностью должны быть подрезаны всходы сорных растений.

6. Пропуски и огрехи не допускаются.

7. Обработку проводят так, чтобы нижние влажные слои почвы не обнажились и не перемешались с верхними.

8. Перекрытие между лапами культиватора при обработке слабо засоренных сорняками хмельников должно быть не более 50 мм, на сильно засоренных – 80 мм.

9. Скорость движения агрегата – 5,1 ... 5,9 км/ч.

Рыхление почвы в рядах хмельников проводят с помощью роторного почвообрабатывающего комбинированного агрегата РПКА-2,5Х.

В течение вегетационного периода на хмельниках проводят от 2 до 6 рыхлений. Первое рыхление ряда должно сопровождаться окучиванием, перед вторым окучиванием также необходимо разрыхлить ряд, чтобы в корнеобитаемом слое над главным корневищем хмеля был рыхлый слой почвы. Остальное рыхление – по мере необходимости.

Агротехнические требования к рыхлению в рядах хмеля:

1. Сроки проведения рыхления ряда, выбор рабочих органов, глубину обработки определяет агроном-хмелевод.

2. Глубина обработки ряда роторами – 4...8 см. Допустимое отклонение от средней заданной глубины – ± 2 см.

3. Рабочие органы ротора при рыхлении ряда должны проходить на расстоянии 5...8 см от растений, а на хмельниках 1-2 года – посадки 3...5 см. Допустимое отклонение – ± 2 см.

4. Допускается не более 10 % заваливания гребня.

5. При одновременном внесении гербицидов последние должны хорошо заделываться в почву. Допустимая защитная зона не должна превышать 10...15 см.

6. При рыхлении ряда почва должна быть мелкокомковатой, выворачивание подзолистого слоя не допускается, количество комков диаметром больше 20 мм не должно превышать 20 %.

7. Механические повреждения корневой системы и надземных частей хмеля не должны превышать 5 %.

8. Сорные растения в полосе рыхления должны быть уничтожены полностью.

Механизированную обрезку корневищ хмеля проводят на плантациях с хорошо развитыми корневищами, возраст которых – от двух до двенадцати лет, а изреженность растений – не более 20 %.

При этом главные корневища должны находиться на одном уровне от поверхности почвы с глубиной залегания в 0,15-0,18 м и смещением не более 0,1-0,15 м.

Обрезку главных корневищ хмеля проводят ранней весной и осенью в фазе покоя растений. Для обрезки главных корневищ в свободных рядах применяют подрезчик ПКХ-22, а для столбового ряда – ПКХ-23.

Агротехнические требования, предъявляемые к обрезке корневищ. Качество обрезки главных корневищ должно соответствовать следующим параметрам:

- высокая срезка – не более 3 см от «матки»;
- необрезанных корневищ, % не допускается;
- со срезкой до 1/3 корневищ, % не более 4;
- размочаленных (до 0,5 см по глубине) – не более 5 %; срез должен быть гладким.

На столбовых рядах допускается не подрезание корневища, расположенного ближе 50 см за столбом по ходу трактора. Укрывочный мульчирующий слой почвы над плоскостью среза главного корневища при осенней обрезке составляет 8-12 см, а при весенней обрезке – 3-5 см.

Промышленно-возделываемый хмель – это многолетнее растение, подземная часть хмеля сохраняет жизнеспособность в течении 20 лет и более [5].

Корневая система растений хмеля проникает глубоко в почву. Продуктивная основная масса корневой системы расположена на глубине 20...60 см.

Являясь многолетней технической культурой, хмель очень отзывчив к питательным веществам. Растения хмеля выносят из почвы в 3-4 раза больше основных элементов питания, чем зерновые, и в 2 раза больше, чем пропашные культуры [3].

Для внесения сыпучих минеральных удобрений применяется навесная машина МВУ-1,7, которая монтируется на раме плуга – рыхлителя ПРН-2,5 АХ. Удобрения можно вносить во время культивации и при окупивании рядов растений хмеля.

Вносить удобрения необходимо в агротехнические сроки, соблюдать установленные дозы, равномерно распределять удобрения по длине ряда и по заданным слоям. Дозы внесения удобрений определяют для каждого хмельника по данным картограмм, этапам развития хмеля, величине запланированного урожая и наличию удобрений.

Фосфорно-калийные удобрения вносят осенью, так это как способствует лучшей зимовке главных корневищ хмеля.

Агротехнические требования к внесению минеральных удобрений:

1. Вносят азотные удобрения дробно, 2-3 раза за вегетационный период: весной перед обрезкой главных корневищ, при окупивании и в начале цветения хмеля. На хмельниках до 10-летнего возраста минеральные удобрения должны вноситься на глубину 10, 20 и 30 см, на старовозрастных хмельниках – на 20, 30 и 40 см с защитной зоной до 40 см от середины ряда.

2. Физико-механические свойства удобрений должны соответствовать требованиям ГОСТа и ТУ.

3. Допустимое отклонение от заданного соотношения питательных элементов в тукосмеси при смешивании – $\pm 5\%$, неоднородность тукосмеси – $\pm 10\%$.

4. Отклонение фактической нормы удобрений от заданной не должно превышать $\pm 5\%$.

5. Допустимая неравномерность распределения удобрений по слоям – $\pm 25\%$.

6. Глубина залегания удобрений для 1-го слоя – 15 см, для второго – 25 см.

7. Потери удобрений при заправке туковысевающих емкостей не должны превышать 0,5 %.

8. Рабочая скорость движения агрегата РПКА-2,5 АХ – до 5 км/ч, МВУ-1,7 – 4,5-5,5 км/час.

Выводы. Анализ различных способов и технологических операций возделывании хмеля, исследование конструкции машин и орудий для обработки почвы и внесения минеральных удобрений позволили выявить значительные резервы усовершенствования технологических операций, способных значительно улучшить качественные и энергетические показатели проводимых работ.

Дальнейшее развитие отрасли хмелеводства должно происходить на основе модернизации имеющейся техники и разработок новых машин и орудий, адаптированных к нашим погодным условиям.

Литература

1. Александров, Н. А. Агробиологические основы возделывания и производства хмеля в Российской Федерации / Н. А. Александров, А. Р. Рупошев. – Москва: Новое Время, 2018. – 648 с.
2. Дмитриева, О. Ю. Предпосылки формирования оптово-распределительного центра по сбыту картофеля и овощей в регионе / О. Ю. Дмитриева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 35-39.
3. Дмитриев, Ю. П. Механизированное внесение гранулированных минеральных удобрений на хмельниках / Ю. П. Дмитриев, В. И. Юрьев, С. Ю. Дмитриев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 4 (95). – С. 88-99.
4. Инженерно-технологические резервы в интенсификации возделывания хмеля в Чувашской Республике: монография / Н. Н. Пушкаренко [и др.] – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 357 с.
5. Либацкий, Е. П. Хмелеводство / Е. П. Либацкий. – Москва: Колос, 1984. – 287 с.

Сведения об авторах

1. **Дмитриев Юрий Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: yura.dmitriev.51@mail.ru, тел. 89093031554;
2. **Юрьев Виталий Иванович**, кандидат технических наук, ветеран АПК, 429911, Чувашская республика, Цивильский район, пос. Опытный, ул. Центральная, д. 2; e-mail: optniish@cbx.ru, тел. 89603078743;
3. **Дмитриева Ольга Юрьевна**, кандидат экономических наук, преподаватель, Чебоксарский экономико-технологический колледж, 428020 г. Чебоксары, пр. Ленина 61; e-mail: 14102010olga@mail.ru, тел. 89063858759;
4. **Дмитриев Сергей Юрьевич**, кандидат технических наук, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 109428, г. Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5; e-mail: su.dmitriev2011@yandex.ru, тел. 89033791860.

AGROTECHNICAL REQUIREMENTS FOR MECHANIZATION MEANS IN HOP GROWING INDUSTRY

Yu.P. Dmitriev¹⁾, V.I. Yuryev²⁾, O. Yu. Dmitrieva³⁾, S.Yu. Dmitriev⁴⁾

¹⁾ *Chuvash State Agrarian University*

428000, Cheboksary, Russian Federation

²⁾ *Union of Veterans of the Agroindustrial Complex*

428000, Cheboksary, Russian Federation

³⁾ *Cheboksary College of Economics and Technology*

428000, Cheboksary, Russian Federation

⁴⁾ *Federal Scientific Agroengineering Center VIM*

109428, Moscow, Russian Federation

Brief abstract. *The article analyzes the state of the level of mechanization in the hop-growing industry, and also presents a set of machines and units currently used in hop-growing to mechanize labor-intensive processes: machines for inter-row soil cultivation, for its harrowing and cultivation, hilling plants with simultaneous application of mineral fertilizers, and also technical means for carrying out a special agricultural technique - pruning of the main rhizome, a machine for carrying out work to protect hops from pests, diseases and weeds. The main technical characteristics and recommendations for the operation of the proposed technical means for performing the main technological operations in the cultivation of hops are given. Agrotechnical requirements for means of mechanization can be used and taken into account when choosing the parameters of working bodies and operating modes when designing and developing machines of a new generation for agricultural purposes. The use of these technical means makes it possible to reduce labor costs in the main operations, to perform seasonal work in the optimal agrotechnical terms, which ultimately make it possible to preserve and obtain a high-quality yield of up to 20 c / ha and more with an alpha-acid content in the cones of 4-9%.*

Key words: *hop, complex of machines, agrotechnical requirements, cultivation, harrowing, inter-row cultivation, technological operation.*

References

1. Aleksandrov, N. A. *Agrobiologicheskie osnovy vozdel'yvaniya i proizvodstva hmelya v Rossijskoj Federacii* / N. A. Aleksandrov, A. R. Ruposhev. – Moskva: Novoe Vremya, 2018. – 648 s.
2. Dmitrieva, O. YU. *Predposylki formirovaniya optovo-raspredelitel'nogo centra po sbytu kartofelya i ovoshchej v regione* / O. YU. Dmitrieva // *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2014. – № 2. – S. 35-39.
3. Dmitriev, YU. P. *Mekhanizirovannoe vnesenie granulirovannyh mineral'nyh udobrenij na hmel'nikah* / YU. P. Dmitriev, V. I. YU'ev, S. YU. Dmitriev // *Vestnik NGIEI*. – 2019. – № 4 (95). – S. 88-99.
4. *Inzhenerno-tehnologicheskie rezervy v intensifikacii vozdel'yvaniya hmelya v CHuvashskoj Respublike: monografiya* / N. N. Pushkarenko [i dr.] – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – 357 s.
5. Libackij, E. P. *Hmelevodstvo* / E. P. Libackij. – Moskva: Kolos, 1984. – 287s.

Information about authors

1. **Dmitriev Yuri Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technologies, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: yura.dmitriev.51@mail.ru, tel. 89093031554;

2. *Yuryev Vitaly Ivanovich*, Candidate of Technical Sciences, Veteran of the Agro-Industrial Complex, 429911, Chuvash Republic, Tsivilsky district, pos. Opytniy, st. Centralnaya, 2; e-mail: optniish@cbx.ru, tel. 89603078743;
3. *Dmitrieva Olga Yurievna*, Candidate of Economic Sciences, Teacher, Cheboksary College of Economics and Technology, 428020 Cheboksary, Lenin pr. 61; e-mail: 14102010olga@mail.ru, tel. 89063858759;
4. *Dmitriev Sergei Yurievich*, Candidate of Technical Sciences, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 109428, Moscow, 1st Institutskiy avenue, 5; e-mail: su.dmitriev2011@yandex.ru, tel. 89033791860.

УДК 621.436.038

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ПРИБОРА КИ–759 ПРИ ПОДБОРЕ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР В КОМПЛЕКТ

В. А. Иванов, А. М. Новиков, А. В. Семенов
Чувашский государственный аграрный университет
 428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. *Отказы в работе топливоподающих насосов высокого давления обусловлены нарушением стабильности цикловой подачи топлива и ее снижением. В процессе производства рядного топливного насоса стабильность цикловой подачи топлива обеспечивается технологическими особенностями подбора в группу прецизионных элементов с одинаковой характеристикой, последующей их сборкой и регулировкой.*

В процессе ремонта стабильность цикловой подачи топлива ТНВД обеспечивается путем подбора плунжерных пар в группу с одинаковой гидравлической плотностью на приборе КИ-759 с последующей их сборкой и регулировкой. Чаще всего первопричиной преждевременного нарушения стабильности цикловой подачи топлива топливоподающим насосом рядного типа после текущего ремонта являются несхожесть подобранных в комплект плунжерных пар. По этой причине было принято решение установить влияние конструктивных особенностей прибора в ходе подбора плунжерных пар в группу с одинаковой характеристикой. Для этого изучили конструктивные особенности прибора КИ-759, которые могут исказить оценочный показатель прибора в ходе подбора плунжерных пар в группу. Для исследования конструктивных особенностей прибора, влияющих на оценочный показатель плунжерных пар, был спланирован и реализован трехфакторный эксперимент для установления оптимальных граничных значений факторов прибора.

Определены граничные значения факторов, позволяющие обеспечить во время испытаний нужное качество подбора в комплект плунжерных пар по гидравлической плотности. Полученная математическая модель позволяет оценить качество подбора плунжерных пар в комплект при выполнении технологических операций во время ремонта топливных насосов высокого давления.

Ключевые слова: *гидравлическая плотность, топливоподающий насос высокого давления, стабильность цикловой подачи топлива.*

Введение. Нарушение регулировочных параметров и появление отказов в отдельных элементах топливных систем приводит к значительным простоям техники, которые колеблются от 25 до 35 % от общего времени простоя машин [3].

Наиболее часто встречающиеся отказы и неисправности топливных насосов высокого давления обусловлены неравномерностью и снижением цикловой подачи топлива [2].

Обработка данных, полученных ЦНИТА при эксплуатационных испытаниях насосов УТН-5, показала, что 29 % всех отказов приходится на износ подшипников кулачкового вала, 12,5 % – на нарушение герметичности уплотнений, 29,2 % – на увеличение неравномерности распределения топлива и снижение цикловой подачи (износ плунжерных пар и нагнетательных клапанов) и 8,5 % – на снижение частоты вращения начала действия регулятора [5].

Самым характерным показателем, влияющим на отказ топливного насоса УТН-5, является увеличение неравномерности распределения топлива и снижение цикловой подачи топлива, которая составляет 29,2 %. [1].

В соответствии с перспективными требованиями неравномерность подачи топлива должна составлять от 2 до 3 % при номинальном режиме и до 20 % при режиме холостого хода.

Причиной неравномерности подачи топлива по цилиндрам зависит не только от технического состояния самих прецизионных элементов, от качества регулировки секций насосов, но и от пропускной способности форсунок нагнетательных клапанов и плунжерных пар, которыми комплектуются топливные насосы на дизеле.

Первопричиной неравномерности подачи топлива насосом может быть некачественный подбор плунжерных пар и нагнетательных клапанов в комплект во время ремонта.

На сервисных предприятиях используют косвенные методы подбора плунжерных пар: по утечкам топлива и цикловой подаче. Наибольшее распространение получил метод статической опрессовки, при котором гидравлическая плотность определяется на приборе КИ-759. Данный прибор прост в применении, но его оценочный (выходной) показатель нестабилен при равных условиях контроля одних и тех же плунжерных пар.