

В настоящее время актуальными являются проблемы сохранения, оптимизации, повышения эффективности и развития конкурентоспособных производств на предприятиях специальной химии и боеприпасов. Федеральное Казенное предприятие «Казанский государственный казенный пороховой завод» является старейшим пороховым заводом России с более чем двухвековой историей развития пороходелия [1]. Завод создан в целях производства пироксилиновых порохов, пороховых зарядов и боеприпасов, выполнения работ и услуг в области их разработки, производства, реализации, ремонта, хранения и утилизации и является ведущим и крупнейшим в России производителем порохов, метательных зарядов и боеприпасов для многих видов вооружения Российской армии. Комплексный технический анализ состояния используемых в настоящее время в промышленности технологий изготовления пироксилиновых порохов мелкозерненных марок и технологического оборудования, свидетельствует о необходимости модернизации производства порохов с использованием мало затратных по энергетике, компактных высокоэффективных аппаратов. Такая модернизация позволит создать смешанные гибкие комплексы принципиально нового типа – многотоннажные на мобилизационный период и малотоннажные для текущего производства. В основе такой модернизации лежит оптимизация технологического процесса с заменой устаревшего аппаратного оформления. Одной из важных фаз в технологии изготовления пироксилиновых порохов, обеспечивающей необходимые физико-химические показатели пороховых элементов, является вымачивание, с целью более полного удаления летучего растворителя. Как известно, в основе вымачивания лежит процесс взаимной диффузии спирта и воды. Вымачивание пороха в воде является экстракционным процессом, основанным на свойстве смешивающихся жидкостей взаимно диффундировать друг в друга. Вода является растворяющей средой для экстрагируемого из пороха спирта. Экстрагирование имеет место только в том случае, когда объемная доля экстрагируемого вещества в растворяющей среде ниже, чем объемная доля его в веществе, из которого оно извлекается. Для более полного извлечения спирта из пороха нужно вести экстрагирование при постоянном смещении равновесия объемной доли путем промывания пороха водой с более низким содержанием спирта. Повышение температуры воды ускоряет процесс удаления растворителя, однако увеличение ее более 55°C приводит к потере стабилизатора – дифениламина и понижению химической стоимости [2-4]. На сегодняшний день при производстве мелкозерненных порохов по периодической технологии на всех предприятиях отрасли вымачивание ведут в бассейнах. Бассейн – это бетонный резервуар прямоугольного сечения с размерами 3000 x 5000 x 2000 мм. На расстоянии 0,25 м. от дна бассейна расположено деревянное ложное дно с отверстиями. Под ним находятся барботеры (труба с отверстиями) через которые вводится пар для подогрева воды в бассейне. Зерновые пороха вручную загружают в бассейн в мешках

массой 7÷10 кг и располагают вертикально. После загрузки пороха бассейн заполняют водой. В процессе вымачивания пороха происходит повышение объемной доли спирта в воде до 12%, в связи с чем, возникает необходимость его утилизации ректификацией спиртовых вод. Применяемые режимы вымачивания для мелкозерненных марок порохов, приведены в таблице 1.

Окончание процесса вымачивания устанавливается заданным содержанием неудаляемых летучих веществ в порохе. После этого порох вручную выгружается из бассейна. Таким образом, вымачивание – одна из самых длительных и трудоемких фаз изготовления пороха. С целью оптимизации фазы вымачивания мелкозерненных порохов ФКП «КГКПЗ» был разработан, изготовлен и отработан в опытно-промышленных условиях непрерывно действующий аппарат – горизонтальный экстрактор, который представляет собой шестисекционный аппарат, состоящий из цилиндрического корпуса, разделенного на секции вертикальными перегородками, в которых на высоте, равной 2/3 диаметра аппарата имеются отверстия для перелива воды из секций в секцию. В каждой перегородке имеется окно с течкой, по которому происходит перегрузка продукта из одной секции в другую. По оси корпуса проходит вертикальный вал, на котором в каждой секции закреплены по две перемешивающие лопасти и по два перегрузочных ковша. Для поддержания в секциях аппарата требуемой температуры нижняя часть корпуса каждой секции снабжена рубашкой, в которую подается холодная вода.

Загрузки бассейна порохом, т	Кол-во сменяемых вод	Температура первой воды, °С	Время вымачивания Технологического, час	Полный оборот, час
0,2 ÷ 0,4	7 ÷ 10	4 ÷ 9	20 ÷ 30	100 ÷ 200
130 ÷ 250				

Подача воды и пороха в аппарат экстракции осуществляется по принципу противотока. Вода, подогретая до температуры 45°С, подается в последнюю 6-ую секцию аппарата и самотеком через сливные отверстия проходит последовательно все секции. Отработанная вода с содержанием спирта – 1,5% сливается в сборный бак. Порох после операции классификации пневмотранспортом через циклон - осадитель передается в загрузочный бункер и из него в 1-ую секцию аппарата экстракции. В нижней части секции под действием перемешивающих лопастей происходит интенсивный контакт фаз. Часть зерен пороха захватывается снизу ковшом, который постепенно по направляющей поднимается выше уровня воды, при этом вода из ковша стекает, а продукт выгружается на течку и по ней поступает в следующую секцию аппарата. В процессе движения пороха через все секции аппарата происходит вымачивание пороха (удаление растворителя – этилового спирта). Из последней 6-ой секции аппарата экстракции порох с содержанием влаги 35÷40% механическими ковшами через течку выгружается на следующие операции опылнения и сушки. Время пребывания пороха в экстракторе и интенсивность перемешивания фаз в секциях регулируется путем изменения частоты вращения вала. Основные параметры процесса вымачивания

двух малых партий (м.п.) продукта марки «04» в аппарате экстракции приведены в таблице № 2. Таблица 2 Наименование показателя м.п. 502 м.п. 504

Массовая доля удаляемых летучих веществ перед вымачиванием, %	13,3	14,1
Частота вращения вала, об/мин	1,5÷2,0	2,5
Соотношение фаз продукт/вода	1:4	1:3
Время вымачивания, час	2,5	2,0
Температура подаваемой воды, °С	45±5	45±5
Крепость отработанной воды, %	1,3	1,5
Температура отходящей воды, °С	26-29	28-31
Массовая доля неудаляемых летучих веществ, %	0,2÷0,3	0,2÷0,3
Производительность, достигнутая при обработке, кг/час	170	230

Параллельно велось изготовление общих партий, в состав которых вошли данные малые партии, по штатной периодической технологии. Время вымачивания в бассейнах этих же партий составило – 150 часов при загрузке бассейна – 7,5 тн, т.е. производительность операции вымачивания по периодической технологии составляет – 50 кг /час. Результаты физико-химического анализа малых партий 502 и 504 и общих партий приведены в таблице 3. Таблица 3 Наименование показателя м.п. 502 о.п. 502 м.п. 504 о.п. 504

Нормативные требования	Массовая доля летучих веществ, % – общих	1,6	1,6	1,4	1,4	Не более 2,9	– удаляемых	1,0	1,2
	1,0	1,0	1,0-1,6	– не удаляемых	0,6	0,4	0,4	0,4	Не менее 0,4
	2. ДФА, %	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0-2,0	3. Камфара, %	0,9	0,8
	0,8	0,8	0,8	Не более 1,8	4. Стойкость, мм. рт. ст.	59	45	50	52
	Не более 220	5. Насыпная плотность, кг/дм <sup>3</sup>	0,889	0,868	0,889	0,883	факультатив		

Результаты баллистических испытаний образцов от малых партий 502, 504 и общих партий, в состав которых вошли малые партии показали, что баллистические характеристики продукта полностью соответствуют нормативным требованиям. Выводы Проведенная обработка технологического процесса показала: Проведение операции вымачивания в непрерывно – действующем аппарате экстракции позволяет в 3-4 раза сократить ее продолжительность, так как при проведении этой операции в бассейнах периодического действия производительность составляет № 50 кг/час, а в аппарате экстракции 170-230 кг/час. Резко снижается трудоемкость этой фазы и полностью исключается ручной труд, т.к. загрузка и выгрузка пороха и ведение технологического процесса производится одним оператором с пульта управления. Изготовленные партии продукта «04», прошедшие операцию вымачивания в аппарате экстракции по своим физико-химическим и баллистическим характеристикам соответствуют нормативным требованиям.