

# Обеспложивающая фильтрация пива и очистка технологических газов на пивоваренных предприятиях

Панкратов А. А.<sup>1</sup>, Астахова А. Ю.<sup>2</sup>, канд. биол. наук, Колганов И. М.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, Лопатина О. М.<sup>4</sup>, Дымова А. А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ООО «НПП Эко-Фильтр»

<sup>2</sup>Группа компаний «Обнинские Фильтры»

<sup>3</sup>ООО «Обнинские Фильтры»

<sup>4</sup>ООО «Экспресс-Эко-Фильтр»

<sup>5</sup>ФГУП ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем РАН»

**Введение.** ГК «Обнинские фильтры» ведет свою историю с 1991 г. и благодаря тому, что почти весь ассортимент продукции производится из российского сырья с помощью разработанных нашими специалистами и учеными инновационных технологий и методик, практически не зависит от импортного сырья. В сложившейся ситуации это весомое преимущество ГК «Обнинские фильтры», так как мы способны заместить подавляющее большинство импортных фильтрующих элементов. Кроме того, более чем 30-летний опыт работы преимущественно с фармацевтическими и биотехнологическими производствами позволил накопить огромный опыт решения задач, связанных со стерилизующей и обеспложивающей фильтрацией жидкостей и газов [1].

Процесс производства напитков брожения, а также виноделие предъявляют повышенные требования к культуре производства и качеству применяемого оборудования, в частности к оборудованию для обеспложивающей фильтрации напитков и технологических жидкостей, микробиологической очистки углекислоты, воздуха и азота.

В настоящей статье мы хотели бы поделиться практическим опытом применения фильтрационного оборудования на различных участках производства, а также осветить отдельные моменты, с которыми сталкиваемся в процессе импортозамещения.

Необходимо начать с таких аздов, как рейтинг фильтрации, который может быть номинальным и абсолютным. Только для истинных мембранных фильтров, имеющих в основном толщину фильтрующего слоя от 80 до 200 мкм, можно говорить о рейтинге фильтрации и размере пор, как о практически идентичных понятиях, так как более 99 % пор должны соответствовать заявленному рейтингу. Для всех предфильтров, в которых размер пор имеет очень широкое распределение за счет большой толщины фильтрующего слоя и волокнистой, глобулярной, сетчатой или иной природы материала фильтра, можно говорить только о рейтинге. Специалисты оперируют понятием кратности снижения, или  $\beta$ -ratio, которая определяется как соотношение количества определенных частиц до фильтра к количеству частиц после фильтра.

Мировые производители называют абсолютными фильтрами те, кратность

снижения которых более 5000. То есть из пришедших на фильтр 10 000 частиц пройти через него могут не более 2 частиц. В процентах эта величина, называемая «эффективностью фильтрации», должна быть более 99,98 %.

Присвоение рейтинга фильтрам лежит на совести производителей, и зачастую некоторые производители, особенно из стран Юго-Восточной Азии, называют абсолютным фильтр с рейтингом 0,2 мкм, который даже на основании анализа каталожных данных имеет эффективность фильтрации при заявленном рейтинге всего лишь 98 %, в лучшем случае 99 %. Реально же эффективность 99,99 % данные фильтры имеют лишь на уровне 1 или даже 5 мкм.

Также необходимо понимать, что обеспложивающую и тем более стерилизующую фильтрацию нельзя проводить с помощью глубинных или плёночных гофрированных фильтров, которые не могут быть протестированы на целостность и соответствие заявленным размерам пор. Можно использовать дорогостоящие установки, которые проводят тестирование мембранных фильтров в автоматическом режиме, можно использовать недорогое оборудование и проводить тестирование мембран самостоятельно, без применения дорогостоящего оборудования. Если поставщик фильтров уверяет, что полипропиленовые фильтры обеспечивают обеспложивание на 100 %, возникает подозрение, что он просто за счет более низкой их стоимости хочет обойти конкурентов, которые настаивают на использовании мембранных фильтров. Эффективность фильтрации для снятия бионагрузки должна быть не менее 99,999 %, а для обеспложивающей – не менее 99,9999 %.

Также необходимо помнить, что основная задача финишных фильтров – обеспечивать стерильность или, по крайней мере, повысить срок хранения напитков. Но для гарантированного результата на финишный фильтр должно приходиться как можно меньшее количество контаминирующих частиц. Если для морсов, экстрактов, настоек необходимо подбирать системы фильтрации для получения оптимального результата, то для финишной фильтрации виноматериалов и напитков брожения такие системы уже давно отработаны.

## Предфильтрация виноматериалов и напитков брожения

Картриджные фильтры используются на финишных стадиях обработки напитков: необходимо понимать, что основную грязевую нагрузку снимать фильтрами такого типа экономически и технологически нецелесообразно. Для этого используются фильтр-пресса, кизельгуровые намывные фильтры и другое подобное оборудование, способное решать данную задачу. Основным спросом пользуются фильтры для предфильтрации на основе полипропилена и стекловолокна. Фильтры марки ЭКОПЛЕН-PP (ЭФП-403) производятся из высококачественного полипропиленового пористого материала, специально подвергнутого дополнительной термообработке (каландрированию) для термоскрепления волокон и недопущения выделения так



Рис. 1. Фильтры марки ЭКОПЛЕН-PP (ЭФП-403)

называемой «ворсы» в фильтрат (рис. 1). Данный тип фильтров способен заместить фильтры Profile и Profile Star, а также аналогичные фильтры 3M, Merck, Sartorius, Parker и другие.

Основным недостатком этих фильтров, особенно при их использовании в качестве трап-фильтров, является очень невысокий ресурс работы, так как фильтры из полипропилена практически не поддаются отмывке. Инновационная разработка специалистов ГК «Обнинские фильтры» – глубинные фильтроэлементы **ЭКОПЛАСТ-РЕ** на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена – позволяют использовать их многократно (рис. 2). Фильтры имеют жесткую прочную структуру, могут отмываться в направлении, противоположном направлению фильтрации, под давлением, с гидроударами, а также выдерживают высокие концентрации кислот и щелочей, что позволяет практически полностью растворять биологические загрязнения. Фильтры данного типа уже более 25 лет используются предприятиями пищевой, химико-фармацевтической и химической отраслей промышленности [2].

Фильтры **ЭКОСТЕК** (ЭФП-404) производятся на основе композиционного материала из стекловолокна и целлюлозы, разработанного совместно со специалистами ВНИИ целлюлозно-бумажной промышленности (г. Волжск) на основе фильтровальных картонов, с учетом требований к механической, химической и термической

стойкости материалов, используемых для изготовления гофрированных фильтроэлементов (рис. 1). Благодаря максимальному дзета-потенциалу фильтры ЭКОСТЕК особенно эффективны при работе с коллоидными растворами, для снятия опалесценции и удаления заряженных клеток микробиологических загрязнений. За последние несколько лет фильтры ЭКОСТЕК успешно зарекомендовали себя как надежные предфильтры перед мембранными элементами, способными в некоторых случаях заменить мембраны на уровне 0,45–1 мкм, тем самым существенно удешевив систему фильтрации. Особенно эффективны они при фильтрации таких сложных жидкостей, как пиво, квас, тихие вина, настойки и морсы.

### Стерилизующая фильтрация напитков и технологических жидкостей

Специалистами ГК «Обнинские фильтры» была разработана первая отечественная мембрана на основе полиэфирсульфона, и в 2010 г. начато серийное производство мембранных фильтров ЭКОПОР-РЕS для снятия бионагрузки и стерилизующей фильтрации жидкостей (рис. 3) [3].

Мембранные фильтры **ЭКОПОР-РЕS** с рейтингом 0,65 микрона удаляют из жидкостей дрожжевые клетки и основную массу бактериальных загрязнений. Фильтр с рейтингом 0,45 микрона обеспечивает полное обеспложивание вин и напитков брожения, удаляя молочнокислые бактерии, такие как *Lactobacillus* и *Pediococcus*.

В настоящее время фильтры ЭКОПОР-РЕS мы производим уже в виде трех модификаций – от симметричной мембраны до высокоэффективной асимметричной, с подтвержденным уровнем снижения грязевой нагрузки по тестовому микроорганизму *Brevundimonas diminuta* с размером 0,2 мкм более  $10^7$  КОЕ/см<sup>2</sup> (эффективность более 99,99999 %), которые могут быть подвергнуты стерилизации в линии при температуре до 134 °С.

### Фильтрация газов

В первую очередь речь идет о **стерилизующей фильтрации сжатого воздуха, углекислого газа, азота**. Стерильная фильтрация может применяться для создания избыточного давления в форфасах, подачи стерильного газа на стадии упаковки продукции и для вытеснения жидкостей из емкостей с целью их перемещения на дальнейшие этапы производства.

В настоящее время качество воздуха для пищевых производств регламентируется двумя нормативами: ГОСТ Р ИСО 8573-1-2016 и ГОСТ 17433-80. В них регламентируется содержание крупных и мелких частиц, влаги в паровой фазе и в виде аэрозоля. Но никаким образом не учитывается микробиологическая загрязненность воздуха. При этом **в линии, где**

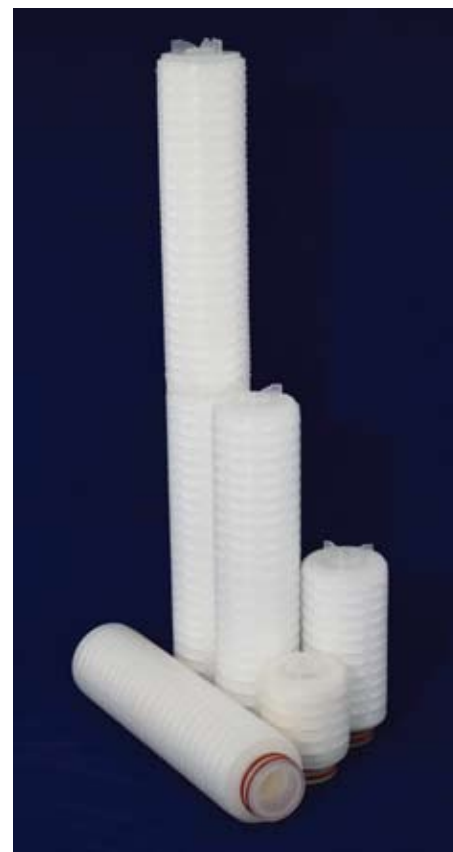


Рис. 3. Мембранные фильтры ЭКОПОР-РЕS

**сжатый воздух контактирует с пищевыми продуктами, необходимо применять специальные стерилизующие фильтры.**

Большинство компаний, которые поставляют компрессорное оборудование и монтируют системы фильтрации на линии подачи технологических газов, рекомендуют использовать фильтры на основе спеченных порошковых металлов, с заявленными рейтингами фильтрации 0,1 и даже 0,01 мкм. Подтверждение рейтинга фильтрации проводится по методике с тестовыми аэрозолями. Испытания фильтров на удерживающую способность по отношению к твердым частицам в сжатом воздухе проводятся в соответствии с международными стандартами, например ISO 12500-3-2009 или DIN EN 1822 (воздушные фильтры высокой эффективности для вентиляционного воздуха) [4]. На первый взгляд данные фильтры должны обеспечивать стерильность, учитывая, что бактериальные клетки имеют размеры более 0,1 мкм. Однако работая с фармацевтическими заводами, можем уверенно сказать, что ни на одном участке, где должна быть гарантирована стерильность воздуха и технологических газов, не используются металлические порошковые фильтры. Ведущий мировой производитель стерилизующих фильтров для жидкостей и газов приводит результаты тестирования по аэрозолю твердых частиц



Рис. 2. Глубинные фильтроэлементы ЭКОПЛАСТ-РЕ

хлорида натрия в воздухе, по которым фильтр с подтвержденной удерживающей способностью в жидкостях 0,2 мкм имеет удерживающую способность по газам 0,003 мкм [5]. А это на целый порядок выше номинальных рейтингов фильтрации порошковых металлических фильтров. Данный эффект достигается за счет «диффузного перехвата», характерного для гидрофобных материалов, в которых контаминирующая частица в отсутствие влаги движется хаотично по законам Броуновского движения и ее фактический радиус на порядок выше размера самой частицы. Именно поэтому фармацевтические предприятия не используют полипропиленовые фильтры, так как они очень быстро гидрофилизуются и утрачивают свои свойства, становясь во влажном состоянии проницаемыми для бактерий и других контаминирующих частиц. Гидрофобность фильтрующего материала из PTFE является еще одним очень значимым положительным отличием фильтрующих элементов из фторопласта-4 от используемых для этих же целей элементов из пористых металлов и металлокерамики и позволяет им работать как сепаратор, удаляя остаточную аэрозольную влагу и масло.

Стерилизующие мембранные фильтры ЭКОПОР-F-M (рис. 3) на основе гидрофобной мембраны из PTFE, разработанной и производимой ГК «Обнинские фильтры», способны удерживать тестовый микроорганизм *Brevundimonas diminuta* размером 0,2 мкм с эффективностью не менее 99,99999 % [6].

Также уникальность мембраны из PTFE, помимо высочайшей химической стойкости, заключается в ее высокой производительности, что позволяет использовать их в качестве **дыхательных фильтров на емкостях**. При установке дыхательных фильтров необходимо учитывать возможность заброса капельной жидкости или пены в дыхательный фильтр. В случае если возможность загрязнения и смачивания фильтров изнутри существует, например при заполнении емкости или при перемешивании жидкости, дыхательный фильтр в обязательном порядке должен снабжаться запорной арматурой или предохранительными клапанами. В противном случае производительность фильтра резко снижается и существует опасность вакуумирования емкости при скачивании продукта.

В данной статье перечислены только некоторые из фильтрационных задач, для

решения которых ГК «Обнинские Фильтры» предлагает оборудование, хорошо зарекомендовавшее себя в ходе многолетней эксплуатации в производственных условиях. Мы помогаем нашим заказчикам подобрать оптимальное технологическое решение конкретной задачи с учетом всех особенностей производства.

#### Список источников

1. Астахов Е. Ю., Котова А. Ю., Колганов И. М. Импортозамещение в микрофильтрации. Фармацевтические технологии и упаковка. 2015. № 6.
2. Котова А. Ю. Особенности применения патронной микрофильтрации при производстве кваса. Пиво и напитки. 2009. № 3.
3. Астахов Е. Ю., Котова А. Ю. Первая отечественная мембрана из полиэфирсульфона. Ликероводочное производство и виноделие. 2011. № 2.
4. <https://www.iso.org/standard/44113.html>
5. <https://shop.pall.com/us/en/biotech/filtration/air-filters/emflon-pfr/zidgri78m73>
6. Астахов Е. Ю., Астахова А. Ю. Валидация стерилизующей фильтрации при производстве жидких фармацевтических препаратов. Фармацевтические технологии и упаковка. 2020. № 4.