

ПРЕЧИСТВАНЕ НА ВОДА ЗА НУЖДИТЕ НА ФАРМАЦЕВТИЧНИТЕ ПРОИЗВОДСТВА

PURIFICATION OF WATER FOR THE NEEDS OF PHARMACEUTICAL PRODUCTION

доц. д-р инж. Пенчо Стойчев
ТУ – Габрово

Abstract

Explored the possibilities of installations for the purification of drinking water and receiving ultra-pure water for the needs of the pharmaceutical industry.

Keywords: drinking water; ultra-pure water; pharmaceutical industry.

ВЪВЕДЕНИЕ

Опазването на чистотата на природните води и пречистването им до степен подходяща за употреба в различните технологични процеси е изключително актуален въпрос.

Затова е поставена като цел на изследването проучване на НДНТ за пречистването на вода за нуждите на фармацевтичните предприятия.

Поставени са за решаване следните основни задачи:

- Представяне на инсталация за първично пречистване на питейна вода;
- Съпоставка на Инсталациите за пречистване на питейна вода VEOLIA, ELGA Purelab Option R7/15, BATEK;
- Изследване параметрите на инсталация за производство на ултра чиста вода PURELAB CLASSIC.

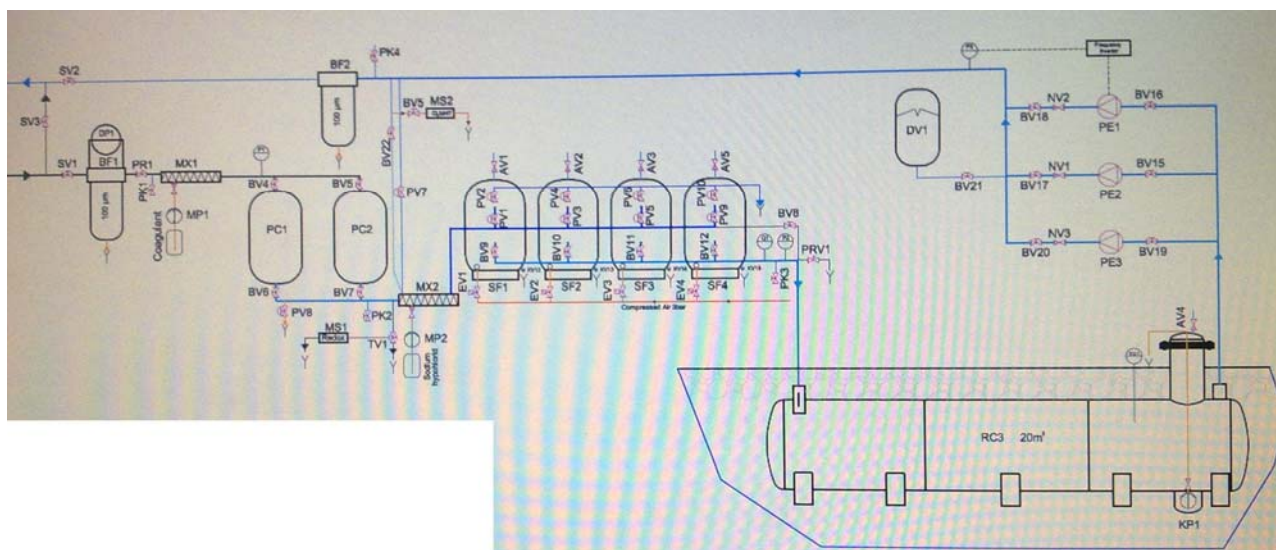
ИЗЛОЖЕНИЕ

➤ Първично пречистване на питейна вода

Процеса на пречистване на питейната водата преминава през следния технологичен ред:

- Филтрация под 100 μm в защитен филтър BF1;

- Регулиране на входното налягане от 7 bar на 2 bar в регулатор за налягане PR1;
- Дозиране във водата на коагулант на алуминиева основа с цел уедряване на коллоидните частици и по-лесно задържане в пясъчните филтри;
- Смесване на коагуланта във водата в статичен миксер (турболизатор) MX1;
- Реакция на коагуланта във водата в контактни резервоари RC1 и RC2;
- Контрол на алуминиево съдържащи съединения във водата чрез измерване на REDOX потенциал в mV;
- Дозиране във водата на натриев хипохлорид с цел дезинфекция на водата - стойност до 0,3 - 0,4 mg/l;
- Смесване на натриевия хипохлорид във водата в статичен миксер (турболизатор) MX2;
- Измерване и контрол на входно налягане на водата;
- Филтрация на водата в 3 бр. многослойни пясъчни филтри SF1, SF2 и SF3;
- Измерване и контрол на изходно налягане на водата и диференциално налягане между вход и изход филтри;
- Измерване и контрол на мътността на водата (Turbidity) в NTU единици;
- Реакция на филтрираната вода с активния хлор в контактен резервоар RC3 -20 m³;



Фиг. 1. Схема на инсталация за първично пречистване на питейна вода

- Подаване на филтрираната и обеззаразена вода към консуматорите и регулиране на налягане до 7 bar с помощта на хидрофорна система. Системата е с честотно управление на пилотна помпа EP1 и допълнителна помпа EP2 в режим on/off с мембранен разширителен съд против хидравлични удари;

- Крайна защитна филтрация 100 µm в филтър с обратно промиване BF2;

- Постоянна рециркулация с малък дебит на филтрираната и обеззаразена вода през вентил BV7 с цел плавно регулиране и стабилизиране на остатъчния активен хлор във водата до стойности 0,3-0,4 mg/l;

- Периодична рециркулация с голям дебит на филтрираната и обеззаразена вода през пневмовентил BV7 при отклонения в качествата на изходящата вода или при дълги периоди на липса на консумация;

- Измерване на pH, температура и Cl_2 и контрол на Cl_2 .

Инсталацията е с автоматично управление и позволява непрекъснат режим на работа. Операторът има възможност да определя режима на работа, да задава стойности на настройваните параметри и да следи текущите стойности на контролираните величини и състоянието на системата.

➤ Инсталация на пречистване на питейна вода VEOLIA

Предназначението на тази система е да произвежда пречистена вода за каквито и да е лабораторни, изследователски нужди,

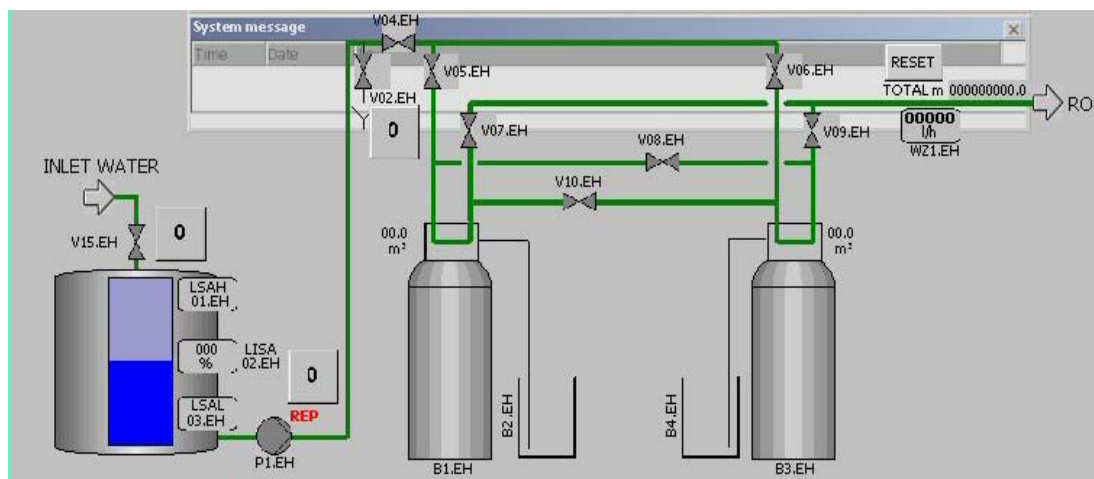
за хемодиализа или за друга употреба с изключение на вода за питейни нужди. Качеството на захранващата вода трябва да е питейно, както е описано от СЗО или регулативните документи на ЕС.

Цялата система се състои от три модула от неръждаема стомана с вградени компоненти, тръбопроводи, вентили и измервателни устройства.

Омекотяване – Модул 1:

Входящата, захранваща вода (с качество на питейна вода) ще бъде съхранена в полиетиленов резервоар с обем 2000 l. Захранването се контролира с датчик на налягането (LISA02.EH). От този резервоар, водата преминава през филтър 25 µm филтър F1.EH чрез помпа P1.EH, последвана от вентил за регулиране на налягането, който е настроен на 3.5-3.8 bar.

След това, захранващата вода постъпва в омекотяващи колонии B1.EH и B3.EH, които работят на редуващи се серии. Етапите на работа на омекотителя са следните: **Работа** (водата ще бъде омекотена), **Регенерация** (омекотяващата колона е захранена със солеви разтвор) и **Изчакване** (изчакване за връщане към действие). Дезинфекцията е направена по време на регенерацията с помощта на два хлорни генератора. Разходомерът WZ1.EH измерва количеството вода преминала през системата, за да изчисли остатъчния капацитет за омекотяване и също да покаже стойността на дебита в модул SK2.



Фиг. 2. Омокотител

Генератор – Модул 2:

Разтвор на натриев бисулфит (NaHSO_3) се инжектира в омекотената вода с дозира-ща помпа P1.RO за отстраняване на хлора, който може да повреди мембраните на RO и CEDI. За всеки mg/l хлор, трябва да бъде инжектиран най-малко по 1,5 mg NaHSO_3 . Ако се използва 20 % разтвор на NaHSO_3 , около 100 ml трябва да бъдат инжектирани за един час по време на работа (приема се, че съдържанието на хлор е 1 mg/l или по-малко).

Стойността на pH се коригира от 8.5 до 9.0 за предотвратяване на по-големи количества от CO_2 в пермиата. Водата е филтрувана през 3 μm патронен филтър F1.RO, който съдържа 3-патрона с нагънат полипропилен (с висока площ на повърхността 1.5 m^2 /патрон). Налягането във филтрите на вход PIA01.RO и на изход PIA02.RO се измерва чрез два датчика за налягане.

В автоматичен режим скоростта на помпата за високо налягане P3.RO се контролира, чрез настройване на дебита на пермиата (за производство на 6 m^3/h , стойността на пермиата трябва да бъде настроена на 8500 l/h).

Съхранение и разпределение – Модул 3:

Произведената вода, ако е в определени-те норми, ще бъде подадена в резервоар за продукт B1.VT, който е резервоар с обем 6000 l. Той е без налягане и е осигурен срещу свръх или под налягане.

Произведената вода се рециркулира чрез две редундантни помпи P1.VT, P2.VT и микробиологично се контролира чрез UV устройство A1.VT. За да се избегнат висо-

ките температури във възела на възвръща-щата линия е инсталиран DTS охладител W1.VT.

Санитизирането се извършва чрез озони-ране A2.VT, когато UV A1.VT е спряна. Устройството за измерване на озона е ин-сталирано за да следи нивото на озона в произведената вода на три различни точки за измерване.

Във възела за рециркулиране се измер-ват следните критични за процеса параме-три:

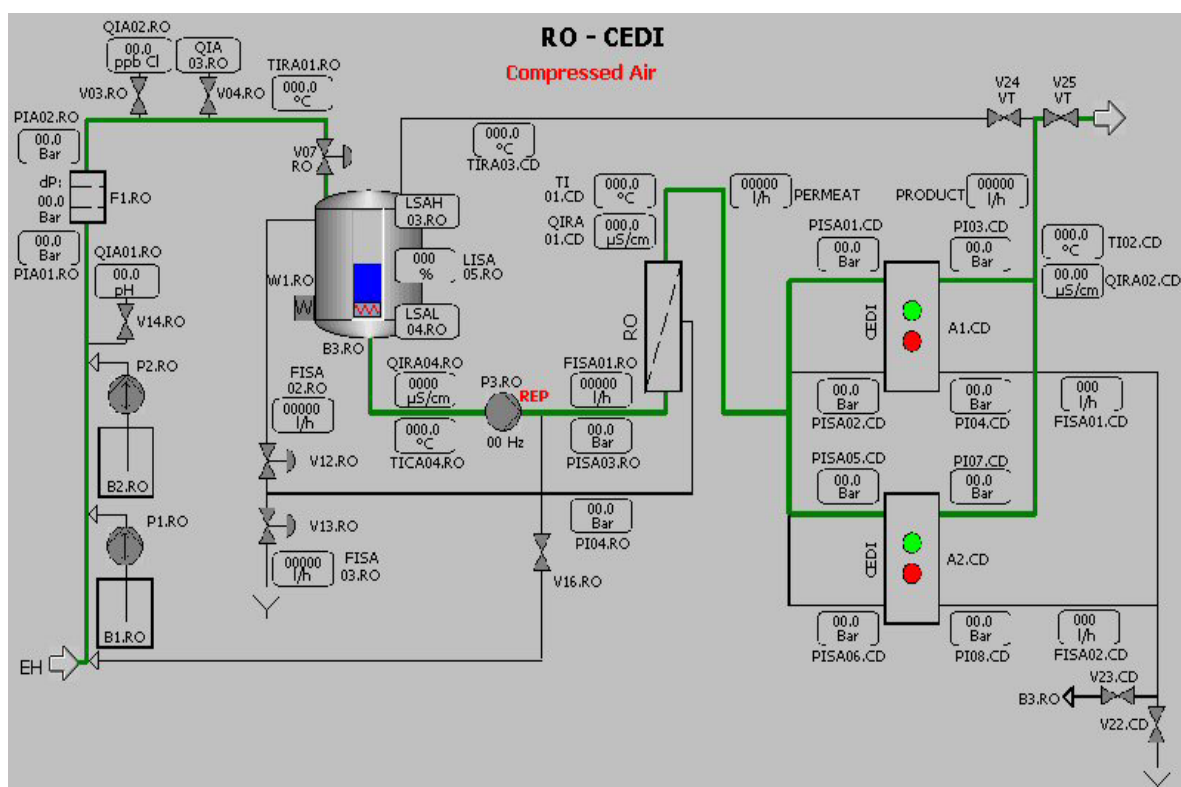
- Налягане в края на възела;
- Съдържание на озон;
- Проводимост (на връщащата линия);
- Температура;
- Дебит в края на възела.

Системата за доставяне на пречистена вода трябва да изпълнява следните главни функции:

- Отстраняване на плаващи примеси;
- Намалване на твърдостта на водата (отстраняване на калциеви и магнезиеви йони);
- Отстраняване на активния хлор;
- Отстраняване на въглероден диоксид;
- Намалване на броя на бактериите, отстраняване на токсини, молекули, йони.

Количество на произведената пречистена вода:

- 6 m^3/hr ;
- Рециркулиращ продукт от резервоар B1.VT: 9–15 m^3/hr .



Фиг. 3. Схема на инсталацията за обратна осмоза и дейонизация

Норми за качество на произведената вода

- Проводимост (20°C) < 4.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Бактериално съдържание < 100 CFU/ml.

➤ Инсталация за пречистена вода ELGA Purelab Option R7/15

Системите от серията Purelab Option R7/15 са специално предназначени за производство на високо чиста вода. Те могат да бъдат монтирани на стена или върху плот/маса. В случай, когато се монтират на стена се използва комплект, предназначен за тази цел.

За системите за чиста вода от серията Purelab Option R7/15 са налични редица опции, които са описани по-долу.

Процесът на производство на чиста вода от Purelab Option R7/15 включва 4 техники на пречистване: обратна осмоза, абсорбция, йонообмен и фото-оксидация. Освен това системата използва и техника на рецикулация на водата и използването на опционална бустерна помпа на входа.

Системата е предназначена да работи с качествена питейна вода и произвежда между 7,5 и 15 l/h чиста вода, постъпваща в

резервоара и готова за крайно пречистване.

Системата е снабдена с графичен дисплей, на който се показва нейния статус и с три бутона за управление (настройка). Получаването на чиста вода е описано по-долу:

– Входната вода от тръбопровода за питейна вода влиза най-напред в механичен филтър (от метална мрежа) и след това минава през входен соленоиден вентил.

– След това водата минава през помпа за високо налягане (бустерна помпа, която е опционална) и влиза във филтъра за предварително пречистване. Този филтър е предназначен да предпазва обратната осмоза от груби едри частици и от хлора, присъстващи в питейната вода.

– След филтъра за предварително пречистване, водата постъпва за пречистване в касета (касети) за обратна осмоза.

– Част от тази вода преминава през мембраната на обратната осмоза и отива за по-нататъшно пречистване, а част - обмива входната страна на мембраната и се изхвърля в канализацията.

– Преманалата през мембраната на обратната осмоза вода минава през сензор определяне качеството на водата, който измерва нейната проводимост.

– След това водата се изпомпва от рециркуляционна помпа в общ поток заедно с водата от резервоара и се завърта в рециркуляционния кръг.

– В този кръг водата минава през камера с ултравиолетова лампа (UV) която осигурява непрекъснат бактериологичен контрол посредством фото-оксидация с разцепване на органичните молекули.

– След UV камерата водата преминава през йонообменна колона, която премахва разтворените йонни включения.

– Накрая водата минава през сензор за измерване на проводимостта (качеството), на водата и през сензор, измерващ температурата на водата.

– Дейонизираната вода може да бъде източена през кранчето (в дясната част на апарата) или постъпва в резервоара.

– На кранчето за изходната пречистена вода може да бъде монтиран (опционален) бактериологичен филтър 0.2 μm .

– По време, когато от системата не се точи вода, тя автоматично преминава с изчакващ (intermittent) режим на рециркулация, с цел максимална ефективност.

➤ Инсталация за производство на ултра чиста вода PURELAB CLASSIC

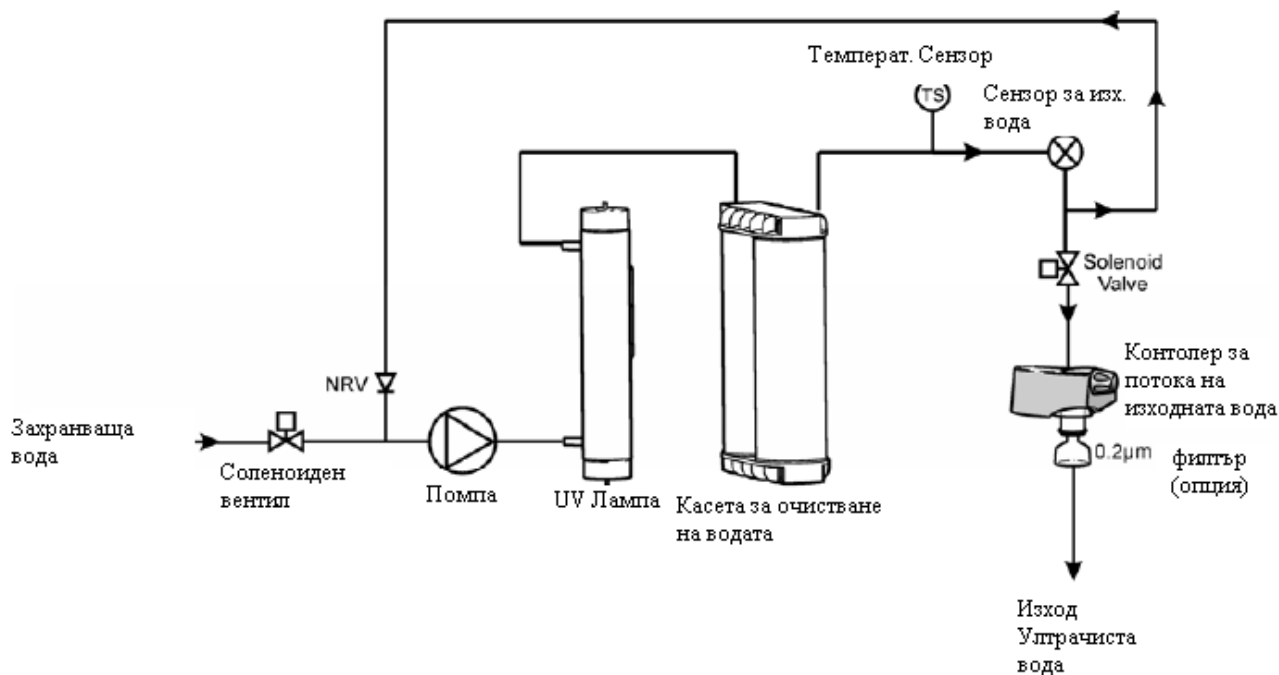
PURELAB Classic е предназначена да произвежда ултрачиста вода с много ниско ниво на замърсители за лабораторни медицински и индустриални приложения. Тя трябва да бъде захранвана с предварително очистена вода, например чрез обратна осмоза. Необходимата входна вода може да идва от Purelab Prima или Option.

PURELAB Classic може да бъде монтирана на стена или върху плот.

Предварително пречистената входна вода влиза през соленоиден вентил и след това под действието на помпата преминава през камерата на ултравиолетовата лампа, през очистващата касета, през сензорите за температура и качество на водата и след това или се извежда през изходното кранче (контролер на потока) или рециркулира обратно към входа на помпата.

Пречистената вода тече през UV камера, където се подлага на облъчване с дължина на вълната 185 nm. Температурата и специфичното съпротивление на входната вода се измерват и показват преди водата да премине през изходния кран навън.

Водата вътре в системата циркулира през ултравиолетовата лампа и очистващата касета, за да се поддържа постоянно нейната чистота.



Фиг. 5. Схема на инсталация за производство на ултра чиста вода PURELAB CLASSIC

➤ **Инсталация за производство на пречистена вода БАТЕК**

Инсталацията е проектирана да работи автоматично с минимална намеса на обслужващия персонал. Всички процеси свързани с нормалния работен режим на инсталацията се извършват автоматично и се управляват от контролер в таблото за управление. Част от процесите, които са извън нормалния работен режим на инсталацията изискват и участието на оператор.

Автоматично извършвани процеси:

- Производство на обезсолена вода – процеса се включва автоматично при следните условия: включена инсталация, ниво в резервоара за пречистена вода по-малко от 1500 l, наличие на входно налягане (отчитано от пресостата Pr);

- Захранване с пречистена вода на рециркуляционния кръг – процеса се включва автоматично при включена инсталация и ниво в резервоара за пречистена вода по-голямо от 500 l.

- Ултравиолетова дезинфекция на произвежданата пречистена вода – UV дезинфекцията не изисква операторска намеса. Модулът UV1 се включва автоматично при производство на пречистена вода.

- Ултравиолетова дезинфекция на водата в рециркуляционния кръг – UV дезинфекцията не изисква операторска намеса. Модулът UV2 се включва автоматично при захранване с пречистена вода на рециркуляционния кръг.

- Регенерация на омекотителната инсталация – процеса е количествено зависим и се включва автоматично след преминаване през инсталацията на предварително зададено количество вода отчетено след последната регенерация на омекотителя. Тъй като омекотителната инсталация е двуколонна, това позволява при регенерация да не се прекъсва производството на пречистена вода. Регенерацията се извършва последователно за всяка от колоните. Операторът следи за наличието на NaCl в солесъдържателя и нивото на солния разтвор да бъде над решетъчното дъно.

- Промиване на филтъра с активен въглен – процеса е времезависим и се стартира автоматично при настъпване на предварително програмираното време за промивка. Предвидено е промивка на филтъра да се извършва два пъти седмично. По време на промивка се спира производството на пречистена вода, но не се спира захранването на циркуляционния кръг с вода от резервоара за пречистена вода.

- Профилактично третиране на мембраните за обратна осмоза с препарат OSMOTRET 35 – третирането се прави с цел удължаване на живота на мембраните и постигане на по-добро качество на обезсолената вода. Процеса се извършва автоматично от дозираща помпа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването е насочено към проучване пречистването на вода за нуждите на фармацевтичните предприятия.

Описани са методите за пречистване на води, като по-обстойно са разгледани методите за получаване на чиста вода чрез мембранните процеси при налягане. Представяна е инсталацията за първично пречистване на питейна вода в действащо фармацевтично предприятие. Извършена е съпоставка на инсталациите за пречистване на питейна вода VEOLIA, ELGA Purelab Option R7/15 и БАТЕК. Изследвани са възможностите на инсталация за производство на ултрачиста вода PURELAB CLASSIC.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Проскуряков, В. А., Л. И. Шмидт. Очистка сточных вод в химической промышленности. Ленинград, Химия, 1977.
- [2] Мавров, В., А. Добревски, А. Димов. Мембрани и мембранни процеси при налягане. София, Техника, 1994.
- [3] Мулдер, М. Ведение в мембранную технологию. Москва, Мир, 1999.
- [4] Нецов, С., Н. Василева, М. Манджиев. Процеси и апарати в биотехнологията и химическата технология - I част. Разград, 1989.
- [5] Лейси, Р., С. Лоеб. Технологические процессы с применением мембран. Москва, Мир, 1976.