



Вода в лаборатории



Hydrolab – польская компания, которая с 1990-х годов занимается исключительно водными ресурсами в лаборатории. Она ищет комплексные решения для различных областей применения, требующих надлежащего качества воды. Эти работы должны учитывать многие польские и международные стандарты, директивы выбранной отрасли, растущие требования производителей измерительного оборудования, инвестиционные и эксплуатационные расходы, а также индивидуальные пожелания клиентов.

В зависимости от отрасли вода должна соответствовать параметрам таких стандартов: ISO 3696: 1999, ASTM, FP, CLSI. Основными стандартами качества воды в аналитической лаборатории Польше являются: ISO 3696: 1999 и Фармакопея для фармацевтических и зачастую косметических лабораторий. Применимый стандарт ISO 3696: 1999 описывает три уровня чистоты лабораторной воды.

Третья степень чистоты

Вода для основного лабораторного использования, используемая в большинстве лабораторных работ, таких как мытье и ополаскивание стекла или для подключения посудомоечных машин, автоклавов или водяных бань, а также для приготовления растворов реагентов. Воду такой степени чистоты получают однократной дистилляцией, деионизацией или обратным осмосом.

Вторая степень чистоты

Аналитическая вода с очень низким содержанием неорганических, органических и коллоидных примесей, подходящая для высокочувствительных аналитических проборов, например, для атомно-абсорбционной спектроскопии (AAS) и для определения следовых элементов. Воду такого качества можно получить путем многократной дистилляции или дистилляции, которой предшествует деионизация или обратный осмос.

Первая степень чистоты

Ультрачистая вода, практически не содержащая растворенных или коллоидных ионных и органических примесей, отвечающая самым строгим аналитическим требованиям, включая HPLC, GC, культивирование клеток млекопитающих и молекулярную биологию. Эту воду можно получить из воды второй степени чистоты, подвергнув ее дальнейшей обработке, например обратному осмосу или деионизации, а затем фильтрованию через мембранный фильтр с размером пор 0,2 мкм для удаления частиц вещества или двойной дистилляции в кварцевом аппарате.

Параметр	тип 1	тип 2	тип 3
удельная проводимость мкСм / см при 25°C	<0.1	<1	<5
значение pH / 25°C	N/A	N/A	5.0-7.0
окисляемость (O ₂) mg/L	N/A	<0.08	<0.4
поглощение при 254 нм и толщина поглощающего слоя 1 см	<0.001	<0.001	N/A
остаток после упаривания при темп. 110°C mg/kg	N/A	<1	<2
содержание кремнезема mg/l	<0.01	<0.02	N/A

Вода также является наиболее часто используемым веществом в фармацевтической и косметической промышленности. Она используется как готовый продукт, как ингредиент многих фармацевтических и косметических

препаратов, а также как очищающее средство. Это стратегическое вещество, на которое распространяется множество правовых норм, в основном требований Фармакопеи.

Параметр	Дистиллированная вода	„Вода для инъекций” (WFI) „очень очищенная вода” (HPW)
Удельная проводимость $\mu\text{S}/\text{cm}$ в 25°C	<4.8	<3.1
ТОС (ppb или $\mu\text{g}/\text{l}$)	<500	<500
Бактерии	<100 cfu/ml	<10 cfu/100ml
Эндотоксины (EU/ml)	N/A	0,25 EU/ml

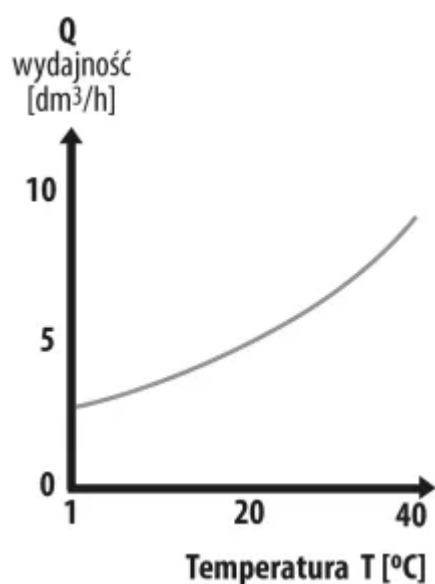
Таблица 2. Показатели воды согласно с FP

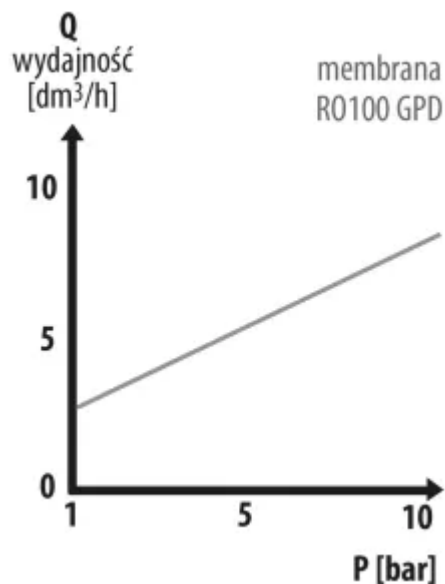
Основные методы получения лабораторных вод, соответствующих указанным стандартам – это дистилляция, ионный обмен, мембранные методы (в основном обратный осмос) и электроионизация. Источником лабораторной воды является водопроводная вода, ее качество и уровень загрязнения существенно влияют на эффективную работу упомянутых методов. Основными загрязнителями водопроводной воды являются неорганические ионы, органические вещества, частицы и коллоиды, бактерии и газы.

Hydrolab разрабатывает и производит лабораторные деминерализаторы для очистки водопроводной воды в соответствии с требованиями польских и европейских стандартов. Он использует современные технологии, упомянутые ионный обмен, обратный осмос и электроионизацию, а также механическую фильтрацию, адсорбцию, удаление железа, умягчение, микрофильтрацию, ультрафильтрацию и УФ-излучение 185/254 нм. Обычным элементом большинства деминерализаторов Hydrolab является фильтрация с механическим умягчением углерода, основанная на модуле A2. Эта фильтрация подготавливает водопроводную воду для процесса обратного осмоса. Механическая фильтрация предназначена для удаления из воды любых суспензий и твердых частиц размером до 1 мкм. Следующим этапом является процесс смягчения воды в модуле A2. Он заключается в удалении ионов, ответственных за жесткость воды, путем пропускания воды через катионообменник натрия. Когда вода протекает через ионообменную смолу, ионы кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) обмениваются на натрий (Na^{+}). Последний этап – фильтрация на слое активированного угля, основная задача которого – удаление хлора, его производных, органических соединений и веществ, вызывающих неприятный вкус, цвет и запах воды. Большая площадь поверхности и высокая пористость активных углей (1 грамм имеет площадь

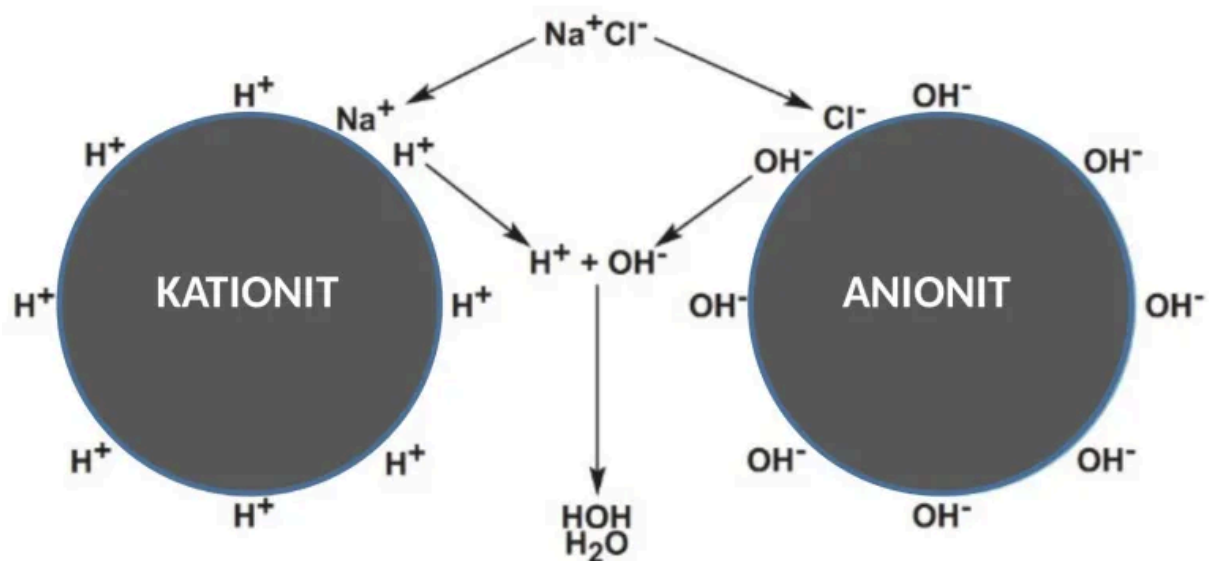
около 800 м², а также удерживаемый на нем материал создают благоприятное место для развития микроорганизмов. Таким образом, срок службы модуля A2 составляет до 6 месяцев.

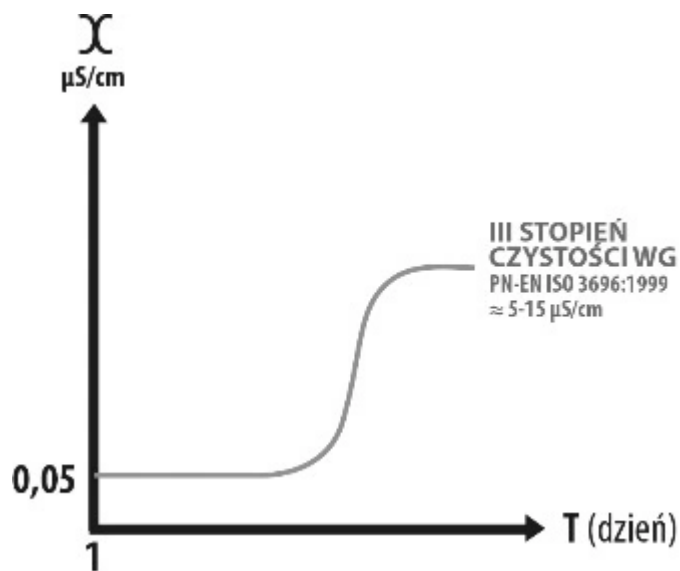
После первичной фильтрации в модуле A2 происходит важный этап очистки воды – процесс обратного осмоса, в котором мембрана задерживает 96-99% растворенных в воде органических и неорганических примесей. Удельная проводимость осмотической воды колеблется от нескольких до десятка микросименс на сантиметр (мкСм/см). Степень удержания процесса обратного осмоса варьируется (96-99%), в зависимости от солености, температуры, давления и расхода воды, поступающей на мембрану. Полупроницаемая осмотическая мембрана состоит из нескольких слоев, намотанных на перфорированную оправку, расположенную внутри мембраны. Загрязненная вода под давлением нагнетается на поверхность мембраны, где частицы воды диффундируют через мембрану. Загрязняющие вещества отделяются и сбрасываются в сток (в канализацию). Очищенная вода течет через отверстия к центральному шпинделю и выходит из мембраны под давлением. Процесс обратного осмоса определяет эффективность всего устройства, а качество производимой воды напрямую влияет на время работы последующих этапов очистки. На этот процесс существенно влияют приложенное давление и температура.





Вода, полученная на этом этапе, является готовой водой для устройств серии Technical, которые в оптимальных условиях эксплуатации производят воду третьей степени чистоты согласно ISO 3696: 1999. Добавив следующую стадию очистки воды – ионный обмен, мы можем получить воду второй степени чистоты согласно ISO 3696: 1999. Модули деионизации содержат слои смешанных ионообменных смол в ионной форме H^+ / OH^- . Осмотическая вода очищается на деионизационных колоннах, где улавливаются оставшиеся в воде минеральные соли. В процессе ионного обмена ионы и молекулы с определенным зарядом, все еще присутствующие в воде, связываются ионообменниками (иониты). После этого её проводимость падает ниже 0,1 мкСм / см. В процессе эксплуатации ионообменные смолы гарантируют постоянное качество воды до истощения работоспособности модуля.





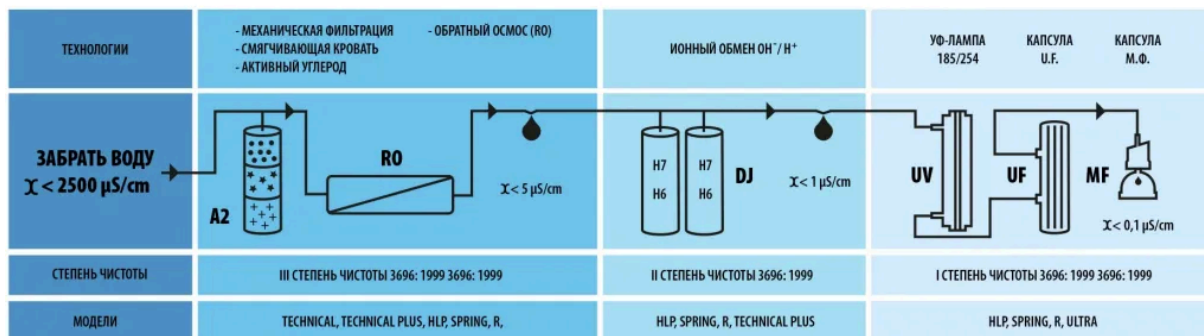
Вода, полученная на этом этапе, является готовой водой для устройств серий Technical Plus, HLP, Spring, которые производят воду второй степени чистоты согласно ISO 3696: 1999. Чтобы получить воду превои степени чистоты согласно ISO 3696: 1999, мы должны расширить вышеуказанную систему за счет дополнительных стадий очистки. Основным элементом является процесс микрофльтрации, а также ультрафльтрация и УФ-излучение.

Капсула для микрофльтрации изготовлена из двухслойной мембраны из ацетата целлюлозы или полиэфирсульфона с размером пор мембраны: 0,2 мкм и 0,45 мкм. Под работоспособностью понимается количество пор в мембране, равное количеству бактерий, удерживаемых на определенной поверхности мембраны. Для *Brevundimonas diminuta* он составляет 1 x 10⁷ КОЕ/см².

С другой стороны, ультрафльтрация – это процесс разделения при низком давлении, в котором используются пористые асимметричные мембраны с диаметром пор от 0,001 до 0,1 мкм, позволяющие воде, соли и сахару проходить через мембрану, разделять белки и более крупные частицы. Прекрасно снижает уровень эндотоксинов.

Излучение УФ-ламп используется для обеззараживания воды. Эти устройства испускают излучение с длиной волны 254 нм, которое вызывает фотохимическую реакцию, повреждающую структуры ДНК микроорганизмов. Излучение с длиной волны 185 нм в процессе фотоокисления снижает уровень параметра ТОС.

Вода, полученная на этом этапе, является готовой водой для устройств серий HLP, Spring, R и Ultra, которые производят воду первой степени чистоты в соответствии с ISO 3696: 1999. На диаграмме ниже показана зависимость используемой технологии от степени чистоты воды и модели деминерализаторов, которые соответствуют этой зависимости.



Все этапы очистки воды полностью автоматизированы и не требуют обслуживания. При производстве, хранении и использовании очищенной воды чрезвычайно важно постоянно контролировать ее параметры, которые отражают степень чистоты. Этот вопрос особенно важен во многих отраслях промышленности, таких как фармацевтическая промышленность, которая регулируется вышеупомянутыми стандартами (Фармакопея), а также в аналитических лабораториях (стандарт ISO 3696). Более того, помимо требований, соответствующих стандартам и правилам, также важны требования пользователей систем очистки воды, которые часто являются более строгими.

Также прочитайте статью: [Свойства воды](#).