



Опреснительно-фертигационная станция переработки природных солоноватых вод в питательные растворы для интенсивного растениеводства (Агрохимическая станция МОРФОКС)

МОРФОКС - мини-завод (станция) по комплексной переработке природных минерализованных вод с получением пресной поливной воды, чистой питьевой воды и питательных минеральных растворов для систем интенсивного растениеводства.

Представляет собой **гибрид локальной опреснительной станции, установки химической конверсии солей и узла приготовления питательных минеральных растворов.**

Предназначен для обеспечения потребности фермерских хозяйств, тепличных комплексов и других сельхозпроизводителей в растворах бесхлорных минеральных удобрений и пресной воде.

Перспективен для использования, преимущественно, в регионах с засушливым климатом, дефицитом пресной воды и наличием солоноватых природных источников.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Функция опреснения

Проблема нехватки качественной воды – одна из наиболее актуальных сегодня мировых проблем. Дефицит пресной и чистой воды ощущается на территории более 40 стран, расположенных, главным образом, в аридных, а также засушливых областях и составляющих около 60% всей поверхности земной суши. Этот дефицит может быть восполнен опреснением соленых и солоноватых (2-10 г/л) поверхностных и подземных вод, запасы которых громадны (98% всей воды на земном шаре).

Сегодня индустрия опреснения морской воды достигла больших успехов и является одной из наиболее развитых высокотехнологичных отраслей. Однако, морское опреснение решает, главным образом, задачу обеспечения населения чистой *питьевой* водой. Проблема же пресной *поливной* воды для нужд сельского хозяйства остается, во многом, нерешенной.

Причина – экономическая: затраты на опреснение морской воды достаточно высоки и потому не позволяют обеспечивать приемлемой рентабельности сельхозпроизводства. Главными факторами, определяющими высокую себестоимость опресненной морской воды являются:

- ✓ большие капитальные затраты (порядка \$3000-4000 на 1 м³ суточной мощности),
- ✓ высокий уровень энергопотребления (250-300 кдж/л),
- ✓ большие эксплуатационные затраты на расходные материалы и реагенты (мембранные элементы, картриджи, антискаланты и др.),
- ✓ удаленность мест потребления пресной воды от мест ее производства.

Кроме того, существует и значительный негативный экологический аспект проблемы, связанный с необходимостью утилизации образующихся в больших объемах концентрированных соленых стоков.

В силу указанных причин опреснительные объекты представляют из себя крупные и дорогостоящие технические сооружения (как правило, - заводы), строительство и функционирование которых возможны только при поддержке со стороны государства.

Таким образом, **морское опреснение малопригодно для обеспечения потребности сельского хозяйства в поливной воде.** Для этой цели необходимы более компактные,

с меньшим удельным энергопотреблением, малоотходные и мобильные установки. При этом, в качестве исходного гидросырья следует рассматривать не морскую воду, а менее минерализованные местные солоноватые источники.

Функция фертигации

Внесение удобрений в жидкой форме одновременно с поливом (**фертигация**) — самый эффективный способ применения минеральных удобрений в растениеводстве. Это существенно снижает их непродуктивные потери (за счет полной усвояемости растениями) и обеспечивает практическую возможность применения земледельцами интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, повышения плодородия земель и продуктивности используемой воды.

В настоящее время для целей фертигации используют исключительно пресную (часто предварительно опресненную) воду, в которой растворяют необходимые количества минеральных удобрений и затем направляют ее для орошения, как правило, капельного.

Такой подход определяет *ограничения и недостатки существующих фертигационных установок*:

- ✓ Необходимость иметь в наличии, а если нет, то полностью предварительно *опреснить исходную минерализованную воду* для того, чтобы растворить в ней сухие удобрения; невозможность использования для этой цели доступных минерализованных источников.
- ✓ Зависимость качества получаемого питательного раствора от качества применяемых удобрений; необходимость *применять дорогостоящие водорастворимые удобрения* для получения качественных питательных растворов для систем интенсивного растениеводства (гидропоника, капельного орошения и др.)

Важным ограничением, затрудняющим широкое применение фертигации в практике растениеводства является также *естественный дисбаланс* в потребностях растений в минеральных питательных растворах и поливной воде. Последней требуется значительно (в 3-5 раз!) больше, что в условиях недостатка пресной воды означает вынужденное ограничение возможной производительности фертигационных установок.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СТАНЦИИ МОРФОКС

Разработанная в компании ООО «НьюКем Текнолоджи» комплексная установка МОРФОКС, позволяет получить как обессоленную воду (в *режиме опреснения*), так и питательный раствор для обеспечения полива растений с одновременным внесением минеральных удобрений в растворенном виде (в *режиме фертигации*) на основе использования природных солоноватых (до 10 г/л) вод.

Аналоги.

Прямых аналогов станции МОРФОКС не существует.

Косвенные аналоги выполняют, как правило, только одну из функций: либо опресняют минерализованную воду, либо готовят минеральный питательный раствор для подачи растениям с помощью размешивания агрохимикатов в воде.

Наиболее известны и распространены 2 типа опреснителей: работающие на принципе *термодистилляции* и работающие на принципе *обратного осмоса* (RO). Термодистилляционные установки (ТДУ) подразделяются, в свою очередь, на тонкопленочные (MED) и мгновенного вскипания (MFS). Независимо от типа, все ТДУ характеризуются громоздкостью, энергозатратностью и капиталоемкостью.

Обратноосмотические установки более компактны, менее энергоемки и дешевле по капитальным затратам. В то же время, RO-установки также имеют ряд существенных ограничений и недостатков: они требуют дорогостоящей системы подготовки исходной воды и имеют повышенные эксплуатационные затраты.

Обе указанные разновидности опреснителей порождают еще и значительные объемы жидких солевых стоков, требующих утилизации.

Принцип работы и особенности применяемой технологической схемы.

В соответствии с разработанной в компании «НьюКем Текнолоджи» технологией опреснение исходной минерализованной воды производится по оригинальной **сорбционно-мембранной** (гибридной) схеме, включающей следующие основные стадии: механическую фильтрацию (и обезжелезивание) исходной воды, глубокое умягчение на катионитном фильтре, десульфатирование, использование двухступенчатого обратного осмоса, упарку образующегося концентрата, осаждение примесей и обезвоживание осадков.

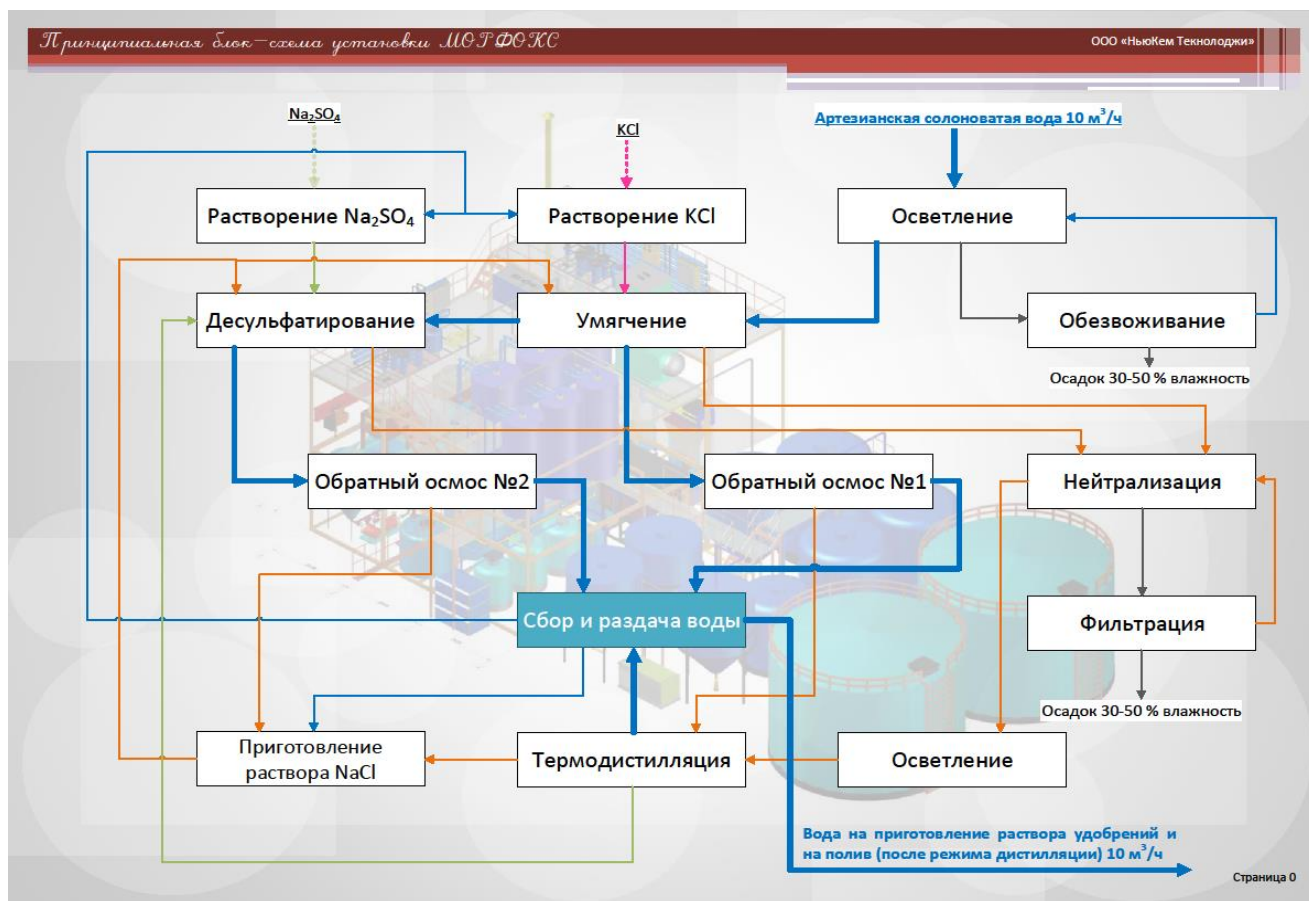


Рис.1. Принципиальная схема работы Установки МОРФОКС

Особенность данной схемы заключается в том, что для регенерации сорбционных фильтров умягчения исходной воды в опреснительном процессе используется тот же концентрат, который получается в качестве жидкого отхода при работе выпарной установки. Это значительно снижает потребность Установки в покупном хлориде натрия и одновременно **решает проблему утилизации образующихся солевых стоков**.

Недостающая для полной регенерации сорбентов часть хлорида натрия также получается в ходе фертигационного процесса как попутный продукт. Таким образом, переработка исходной воды в комплексе МОРФОКС может происходить практически в **безреагентном режиме**.

(Используемые для регулирования кислотности растворов кальцинированная сода и соляная кислота пренебрежимо малы по объему и не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на экономические параметры эксплуатации комплекса.)

Содержащиеся в исходной воде изначально растворенные примеси выделяются в процессе переработки в виде небольшого количества легко утилизируемого **твердого**

шлама, а также **твердого гипсового полупродукта**, пригодного для дальнейшего практического использования в качестве строительного сырья.

Получение бесхлорных минеральных растворов в ходе фертигации осуществляется пропусканием через последовательно расположенные сорбционные колонны, загруженные предварительно "заряженными" (переведенными в соответствующую ионную форму) анионо- и катионообменными смолами. При этом происходит обмен «нежелательных» (вредных) для растений ионов (Na, Ca, Cl) на «желательные» (полезные: K, NO₃, SO₄). В результате, одновременно происходят три процесса: исходная минерализованная вода умягчается, очищается от вредных примесей и обогащается полезными для питания растений компонентами.

Такой подход дает сразу несколько серьезных практических преимуществ комплексу МОРФОКС с точки зрения его эксплуатации **как фертигационной установки**:

- Низкие требования к исходной воде, в т.ч. по степени минерализации, по жесткости, по содержанию сульфатов;
- Низкие требования к качеству исходных минеральных удобрений, возможность использования дешевых низкосортных удобрений при высоком качестве получаемых питательных растворов (достижение эффекта использования дорогостоящих бесхлорных растворимых удобрений);
- Упрощение процесса и значительное уменьшение затрат энергии и химикатов.
- Отсутствие вредных жидких стоков, требующих утилизации.

С точки зрения эксплуатации агрохимического комплекса **как опреснительной установки** преимущества заключаются в следующем:

- Реализация самоподдерживающегося безреагентного процесса предварительного умягчения исходной воды;
- Возможность опреснения т.н. «трудных» вод с повышенным содержанием сульфатов;
- Повышенная надежность и долговечность работы комплекса за счет исключения осадкообразования на греющих поверхностях, мембранных элементах и картриджах;
- Пониженное энергопотребление за счет применения гибридной схемы и использования в качестве исходного сырья солоноватой природной воды вместо морской;
- Пониженные эксплуатационные затраты за счет увеличенного ресурса работы расходных элементов и высокого уровня автоматизации оборудования;
- Относительно низкие капитальные затраты за счет повышенной производительности по поливной воде, оптимального подбора используемого технологического оборудования и оригинального конструктивного исполнения, позволяющего избежать дополнительных капитальных расходов на строительство здания для размещения комплекса и сопутствующих инженерных коммуникаций;
- Отсутствие вредных жидких стоков, требующих утилизации.

Эксплуатационные и технические характеристики.

Производимая продукция

Наименование	Режим опреснения	Режим фертигации	Среднее значение
Пресная питьевая вода, м3/час	до 9,5		
Жидкое удобрение, м3/час		до 5,0	
Питательный минеральный раствор, м3/час			до 9,0
Поливной технический раствор, м3/час			до 14,0

Используемое оборудование

Наименование	Ед. измер.	Базовая комплектация	Расширенная комплектация
Система механической фильтрации	компл.	1	1
Фильтры дополнительной очистки от примесей (железо, органика)	шт.	-	2
Ионообменные колонны с загрузкой	шт.	6	6
Высоконапорная ООУ в сборе	шт.	2	2
Термодистилляционная установка	шт.	1	1
Парогенератор в сборе	шт.	1	1
Градирня	шт.	1	1
Дозатор сухих веществ	шт.	2	2
Реактор-смеситель	шт.	4	4
Реактор-осадитель	шт.	1	1
Тонкослойный модуль	шт.	1	1
Камерный пресс-фильтр	шт.	1	1
Компрессор воздушный	шт.	1	1
Суспензионные фильтры	шт.	2	4
Контейнерный обезвоживатель	шт.	1	1
Емкостное оборудование	компл.	1	1
Накопительный резервуар (50 м3)	шт.	2	3
Насосы перекачки сред	компл.	1	1
Насосы-дозаторы	шт.	2	2
Насос подачи продукции на потребление	шт.	-	1
Таль электрическая	шт.	1	1
Трубы и арматура	компл.	1	1
Силовой шкаф	шт.	1	1
Система КИПиА	компл.	1	1
Металлокаркас	компл.	1	1
Тент укрывной	компл.	1	1
Ветрогенератор электрический (50 кВт)	шт.	-	2
Склад-контейнер	шт.	-	1
Водосточная система	компл.	-	1

Энергопотребление.

Источники энергии	Вариант 1 (эл-во+газ)	Вариант 2 (электр-во)
Электроэнергия		
- установочн. мощность кВт/ч	120	150
- потребл. мощность кВт/ч	100	120
Природный газ, м3/ч	27	-

Занимаемая земельная площадка:

- под основное оборудование – 150 м2;
- под емкостное и складское хозяйство – 250 м2.

Обслуживающий персонал – 2 чел. в смену (1 оператор и 1 рабочий).

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Комплекс МОРФОКС построен по **блочно-модульному** принципу с использованием в качестве базовой опорной конструкции несущего металлокаркаса по типу стандартного 20-футового морского контейнера в сочетании с стандартными, массово выпускаемыми для комплектации складского оборудования металлическими деталями. Такой подход дает ряд несомненных практических удобств пользователю.

1. Технологическое оборудование может быть предварительно смонтировано внутри контейнеров и протестировано в заводских условиях самим изготовителем.
2. Производительность комплекса может быть при необходимости легко наращена с созданием более крупных типоразмеров (для больших агрофирм) за счет включения дополнительных модулей.
3. Транспортировка комплекса к месту эксплуатации на объекты любой удаленности максимально облегчена и может быть осуществлена различными видами транспорта в обычном порядке, т.е. без специальных согласований и разрешений.
4. Сборка и запуск комплекса в эксплуатацию могут быть произведены на месте предполагаемой эксплуатации в минимальные сроки (2-3 дня) без предварительной разработки проектной документации.
5. Монтаж не требует сварки, а жесткость конструкции обеспечивается за счет болтовых соединений.
6. При необходимости комплекс может быть достаточно быстро разобран, перевезен на новое место и заново смонтирован (в т.ч. силами самого пользователя).
7. За счет возможности строить многоэтажные конструкции из контейнеров большое количество технологического оборудования может быть компактно размещено в относительно небольшом пространстве.
8. Получающаяся блочно-модульное сооружение контейнерного типа легко обтягивается тентом из полимерного материала или брезента, что избавляет потребителя от необходимости проектировать и строить отдельное здание для размещения комплекса.

Весь комплекс представляет собой комплект из 10 модулей контейнерного типа (МКТ) с габаритами 6,0 x 2,4 x 2,5 (м) и может быть размещен для транспортировки на 5 длинномерных автомобильных полуприцепах или 5 ж/д вагонах-платформах.

Таким образом, по совокупности технических и потребительских качеств комплекс МОРФОКС представляет собой **многофункциональное, надежное, удобное в работе и экономичное оборудование**, способное эффективно решить задачу обеспечения фермерских хозяйств и агрофирм поливной водой и питательными минеральными

растворами в условиях засушливого климата, характеризующегося отсутствием доступной пресной воды и наличием слабосоленых и соленоватых природных вод.

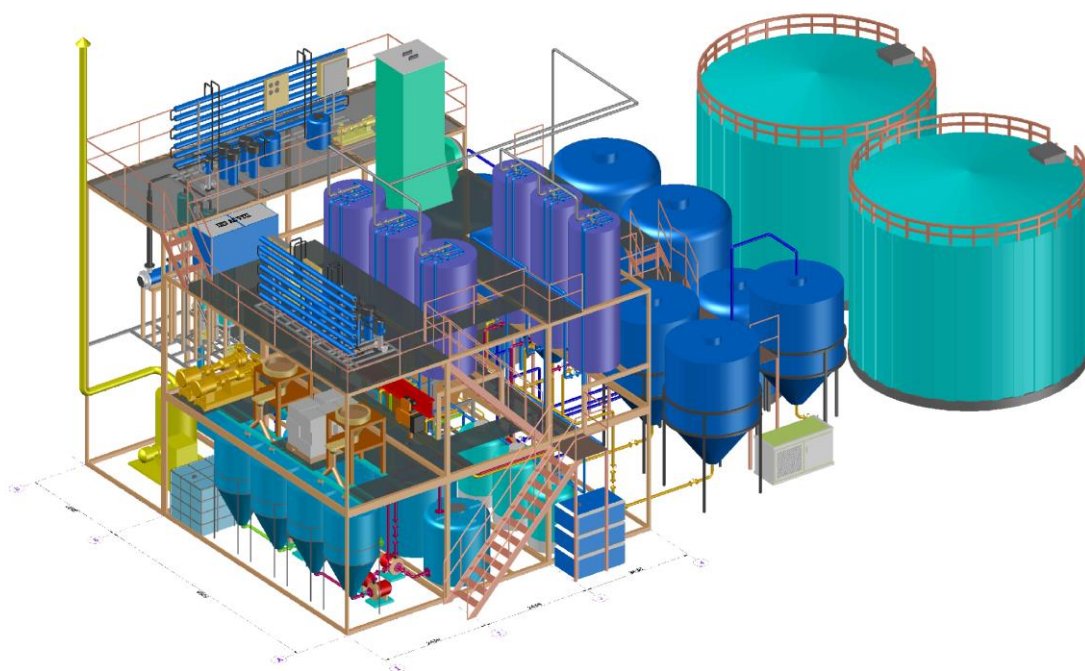


Рис. 2. Общий вид комплекса МОРФОКС (стационарный вариант)

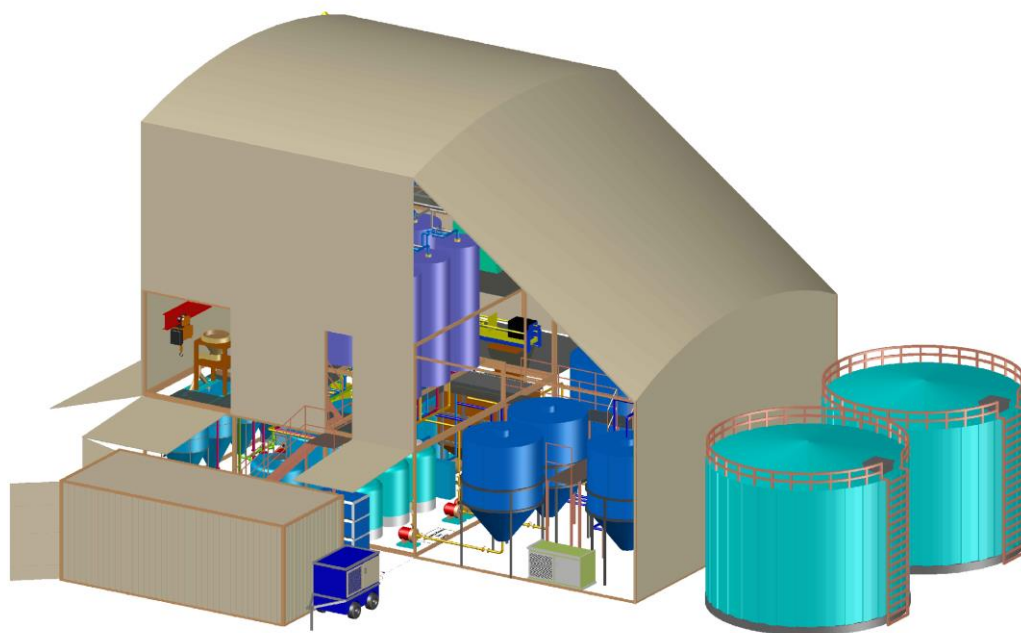


Рис. 3. Общий вид комплекса МОРФОКС (автономный вариант)

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РЫНКИ

Наибольшую заинтересованность к разработке могут проявить потребители из стран Центральной Азии (Иран, Пакистан), Ближнего Востока (Иордания, Израиль, Сирия, Ирак) и Северной Африки (Египет, Алжир, Тунис, Марокко), использующие опресненную воду для орошения сельхозугодий, а также некоторых Европейских стран, где остро стоит проблема нехватки воды для сельскохозяйственных целей (Кипр, Греция, Испания).

Потенциальный спрос на Установку с большой вероятностью возможен в Центральном Китае, республиках Средней Азии (Казахстан, Узбекистан, Туркменистан), характеризующихся выраженным аридным климатом и аграрной направленностью экономики.

В России комплекс МОРФОКС может быть весьма эффективно использован в Крыму, где наблюдается острый дефицит пресной воды для полива с/х культур, и, одновременно, имеется большое количество водоемов и подземных источников с солоноватой и слабосоленой водой.

С учетом общей ситуации с нехваткой пресной воды для с/х целей в мире объем потенциального рынка для комплекса МОРФОКС может быть предварительно оценен в *несколько сотен* установок в год.

ПРИМЕР РАБОТЫ КОМПЛЕКСА

Исходные данные:

Таблица 1. Состав исходной солоноватой воды

Анионы	мг-экв/л	мг/л	Катионы	мг-экв/л	мг/л	Общая минерализация, мг/л
Cl ⁻	24.5	870.0	Na ⁺	39.9	917.7	-
SO ₄ ²⁻	19.5	936.0	Ca ²⁺	5.9	118.0	-
HCO ₃ ⁻	2.3	138.0	K ⁺	0.464	18.1	-
			Mg ²⁺	0.464	5.6	-
Сумма	46.8	1944.0		46.8	1059.4	3003,4

- Режим работы станции: непрерывный 3-х сменный, по формуле 1Ф+2О (1 фертигационный цикл на 2 опреснительных цикла);
- Продолжительность фертигационного цикла – 8 ч;
- Продолжительность опреснительного цикла – 22 ч;
- Общая продолжительность рабочего времени в течение месяца – 700 ч;
- Цены: вода пресная – 60 руб./л, калий сернокислый (99%) – 56 000 руб./тн, калий хлористый (99%) – 18 000 руб./тн, натрий сернокислый (99%) – 22 000 руб./тн, натрий хлористый (99%) – 6 000 руб./тн.
- Качество питательного разбавленного раствора: общая минерализация - 0,26 г/л, в т.ч. содержание K₂SO₄ - 0,26 г/л; качество поливного технического раствора: общая минерализация - 1,2 г/л, в т.ч. содержание K₂SO₄ - 0,12 г/л, NaCl - 0,7 г/л, Ca²⁺ - 1,9 мг-экв/л (38 мг/л).

Результаты работы комплекса за 1 месяц.

Израсходовано:			Произведено:		
Ресурсы	К-во	Ст-сть тыс.руб	Продукция	К-во	Ст-сть тыс.руб
Исходной солоноватой воды, м3	7000	7,0	Раствор (0,3%) сульфата калия (K_2SO_4), м3	540	123,1
Электроэнергии, кВт/ч	84000	336,0	(в т.ч. чистого Сульфата калия, кг)	1620	90,7
Химикатов, кг в т.ч:		66,1	Обессоленной пресной воды, м3	5624	337,4
Хлористого калия (KCl), кг	1400	25,2	Итого питательного разбавленного раствора (без подмеса исх. воды), м3	6164	460,5
Сульфата натрия (Na_2SO_4), кг	1333	29,3	Очищенной солоноватой воды для подмеса, м3	540	32,4
Хлористого натрия (NaCl), кг	1935	11,5	Итого поливного технического р-ра (с подмесом исходной воды), м3	6704	492,9
Итого материальных затрат:		416,0	Итого продукции:		460,5 / 492,9

Выводы:

1. Стоимость произведенной продукции (**460,5** тыс. руб. или **492,9** тыс. руб.) больше чем сумма произведенных переменных затрат (**416,0** тыс. руб.) – процесс экономически рентабелен.
2. Средняя производительность станции по питательному раствору (жидкие удобрения + пресная вода) - **8,8** м3/ч, по поливному техническому раствору (питательный раствор + механически очищенная исходная вода) - **9,6** м3/ч.
3. Себестоимость произведенной продукции (материалы + энергия) составляет:
 - по пресной воде – **55,4** руб/м3;
 - по жидким удобрениям – **167,6** руб/м3;
 - по питательному раствору – **65,2** руб/м3;
 - по поливному техническому раствору – **65,2** руб/м3.

Для сравнения – себестоимость аналогичной продукции при ее производстве обычным способом составляет:

- по пресной (чистой обессоленной) воде – **60,0** руб/м3;
- по жидким удобрениям (стоимость чистой обессоленной воды + стоимость чистых растворимых удобрений) – **228,0** руб/м3;
- по питательному раствору (стоимость жидких удобрений + стоимость чистой обессоленной воды) – **74,7** руб/м3.

Внимание!

В приведенном выше описании агрохимического комплекса МОРФОКС содержится информация конфиденциального характера, предназначенная только для чтения. Любое копирование и использование возможны только с разрешения Разработчика.