

**Ресурсосберегающая,
безотходная технология
деминерализации природных
и сточных вод**

*(Предлагаемая технология разработана в
ИПМаш им. А.Н. Подгорного
НАН Украины, г. Харьков)*

Целью разработки является создание безотходной, экологически чистой технологии переработки природных минерализованных и сточных вод различных производств. Система деминерализации основана на последовательном оптимальном применении нескольких технологий, которые обеспечивают экономичную очистку природных и сточных вод с общей минерализацией до 120 г/л, в сравнении с классическими схемами выпаривания, вымораживания, адиабатического вскипания и гидроволнового обессоливания.

В результате очистки (классический пример) на выходе получают продукты:

- - товарный МИРАБЕЛИТ Na_2SO_4 — сырье для стекольного производства;
- - техническая соль поваренная $NaCl$ (возможна очистка до пищевой);
- - шлам после контактных осветлителей может быть использовать как сырьё для производства цементов и других строительных смесей.

Комплексная альтернативная схема деминерализации

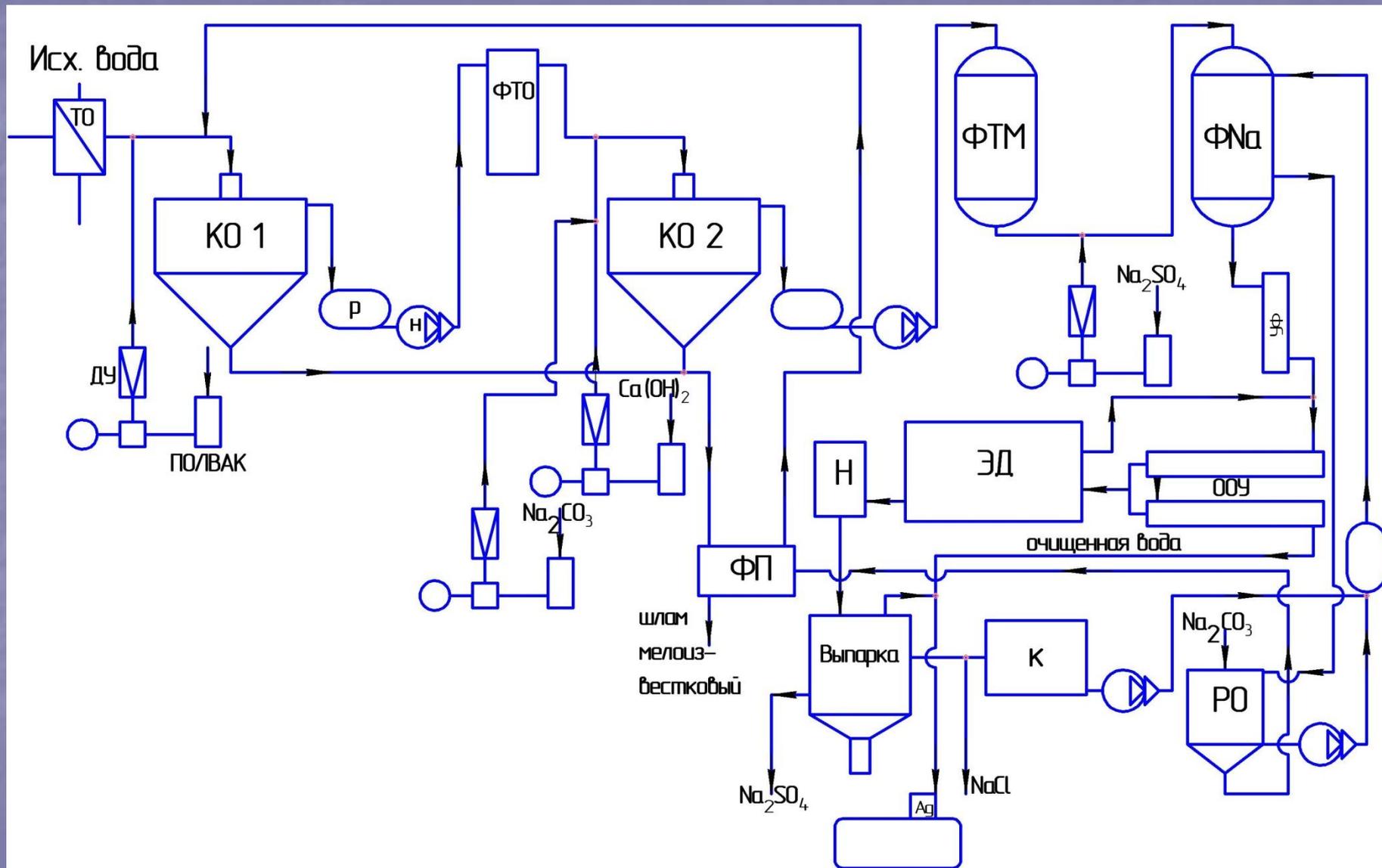


Схема технологии очистки минерализованных стоков предполагает безотходное производство и включает в себя:

Блок осветления и химического умягчения:

- Контактные осветлители;
- Ёмкости с реагентами и дозирующими устройствами;
- Фильтры тонкой очистки;
- Механические фильтры.

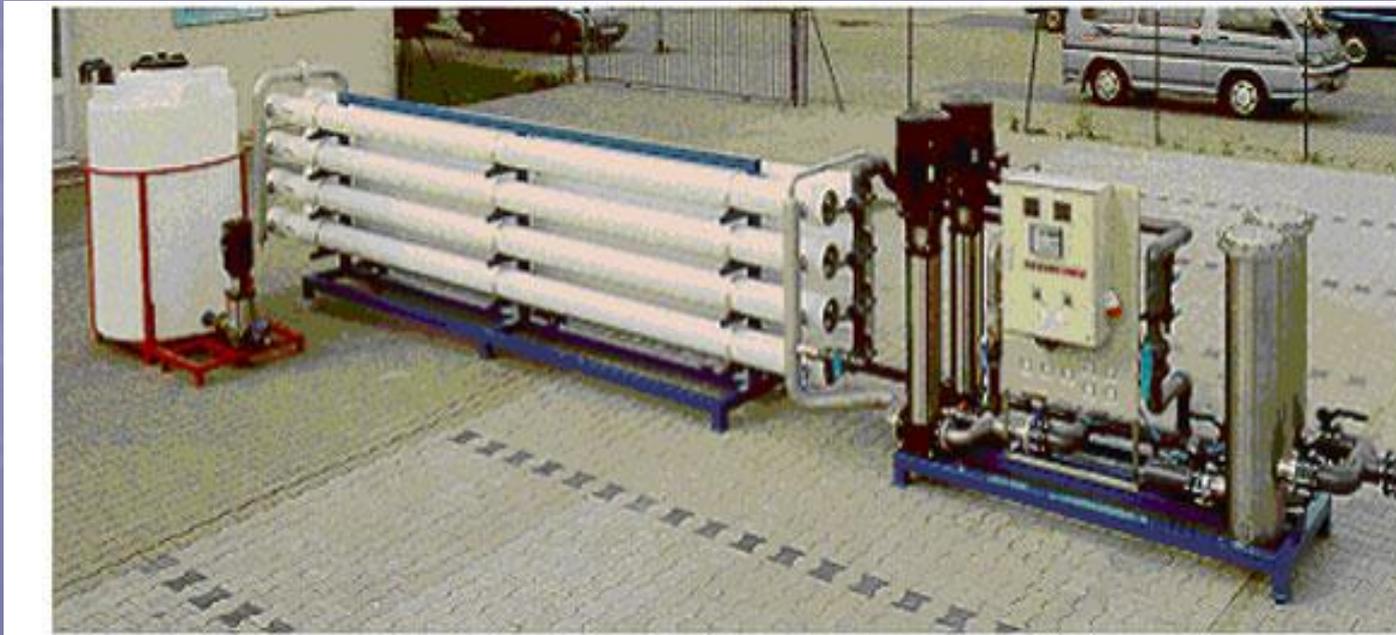
Задача данного блока - предварительная очистка, умягчение, осветление исходной воды перед установкой обратного осмоса и сгущение иламов для дальнейшего использования при производстве строительных материалов.

Установка обратноосмотической очистки

Система осмотического обессоливания разделена на 4 модуля первой ступени очистки, а для концентрирования применяется вторая ступень «морского» обратного осмоса. Солесодержание концентрата ориентировочно составит 100,0 г/л.

На один модуль требуется:

Подводящий трубопровод Дн-100 с возможностью забора воды до 50 м³/ч и давлением не менее 1,5 бар, отвод концентрата с разрывом струи из расчета 50 м³/ч, накопительная емкость очищенной воды и сеть 3-х фазного тока 380 В 60,0 кВт.



Ориентировочные расчетные показатели качества воды (шахтная вода)

| Показатели | Исходная вода после известкования (расчетные значения) | Обессоленная вода | Концентрат установки обратного осмоса |
|----------------------------------|--|-------------------|---|
| Ca, мг/л | 20 | 5,45 | 30,0 |
| Mg, мг/л | 24 | 1,96 | 18,0 |
| Na+K, мг/л | 7520 | 146,72 | 11529,0 |
| HCO ₃ , мг/л | 2 | 0,01 | 3,0 |
| SO ₄ , мг/л | 1800,0 | 10,21 | 2763,8 |
| Cl, мг/л | 10350,0 | 233,95 | 15797,3 |
| Общее солесодержание, мг/л | 19716,0 | 398,3 | 30141,1 |
| pH | 8,0 | 7,5 | 8,2 |

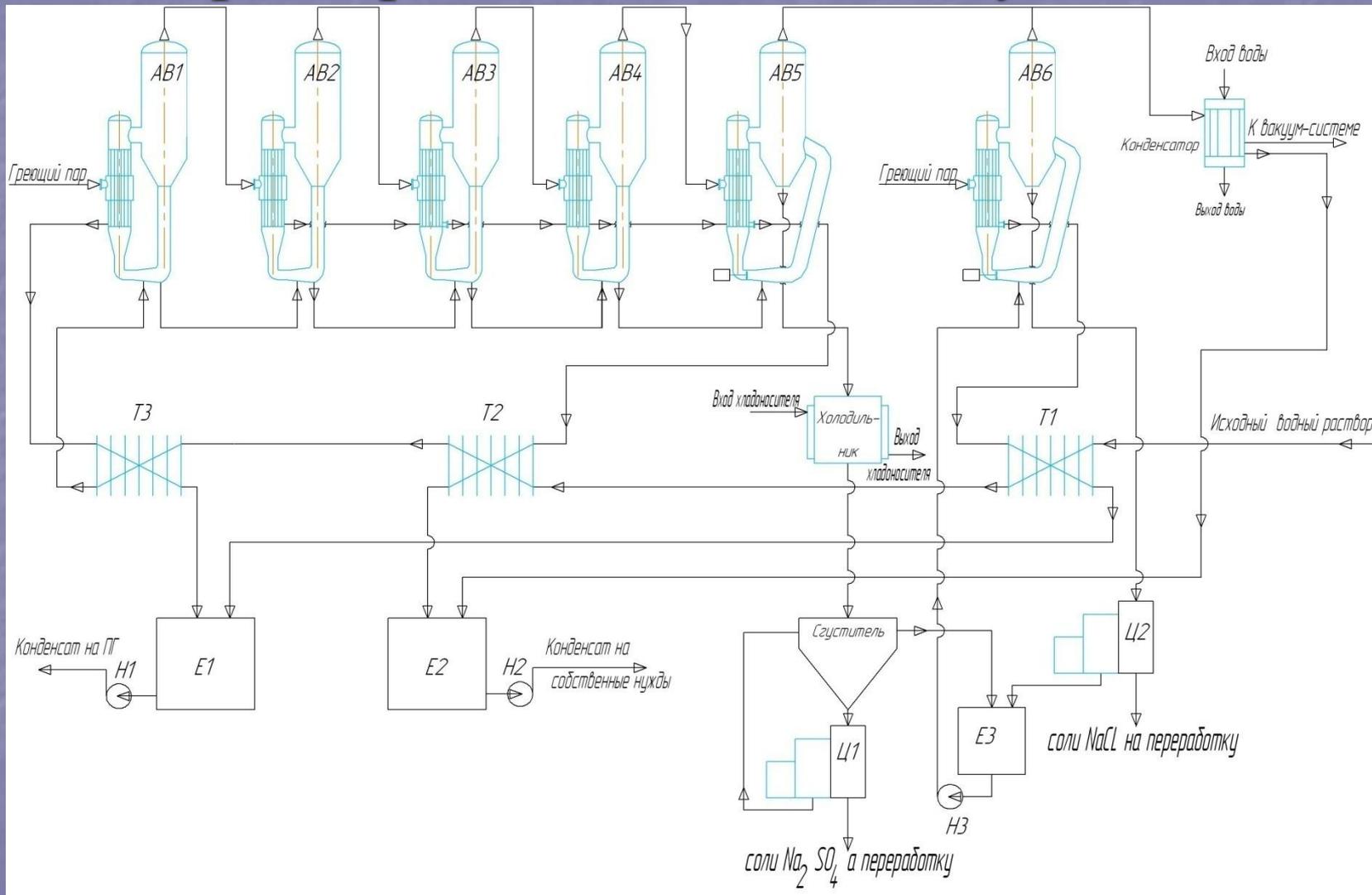
Выпарно - кристаллизационная установка

Для упаривания концентрата после установки обратного осмоса второй ступени (по морскому типу) выбрана выпарная установка, состоящая из 4 или 5 аппаратов плёночного типа с различной поверхностью теплопередачи и кристаллизатором.

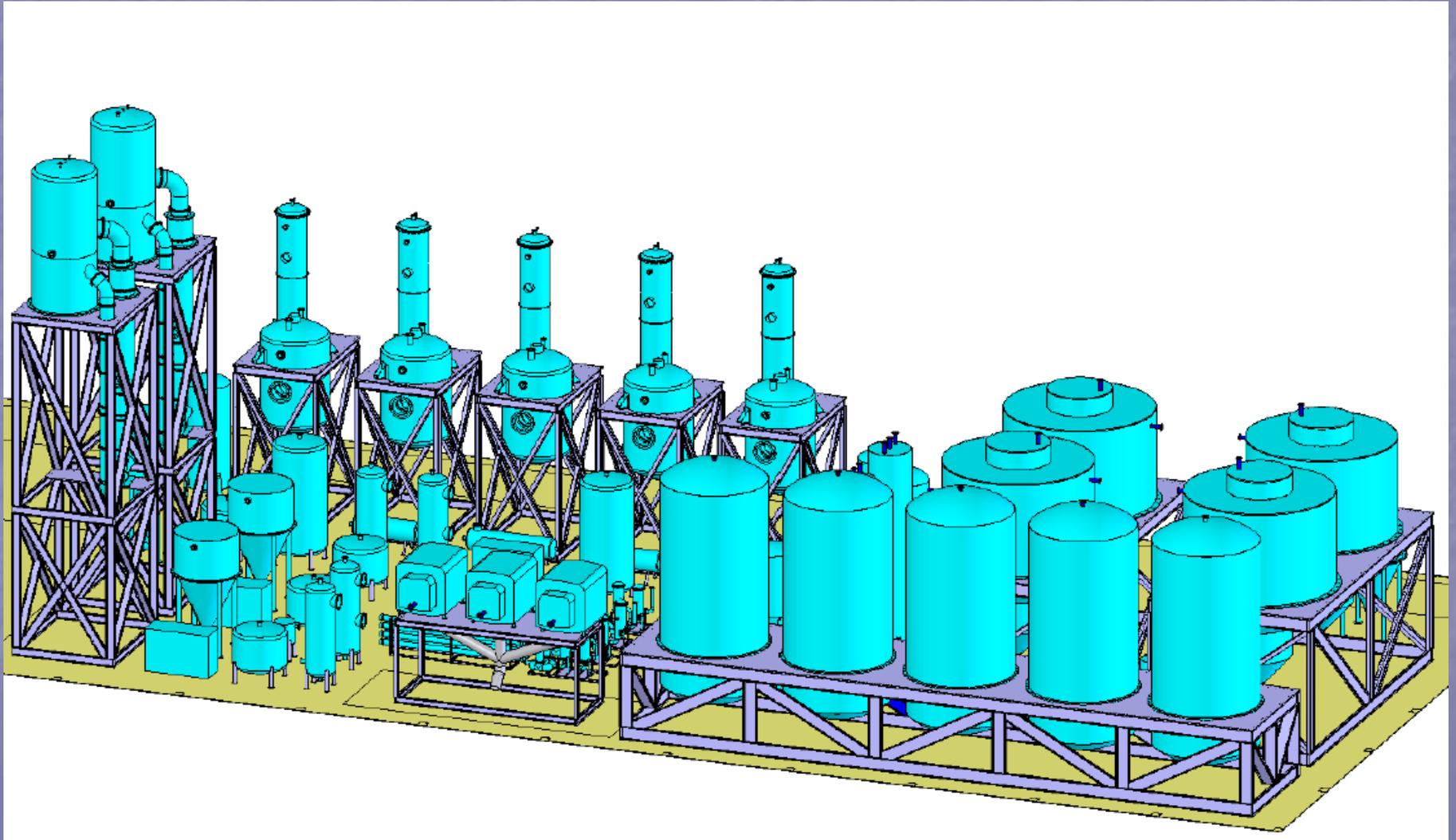
Для выделения твёрдой фазы в кристаллизаторе Na_2SO_4 - мирабилита применена холодильная машина. В комплект установки входят рекуперативные теплообменники, ёмкости, насосные группы.



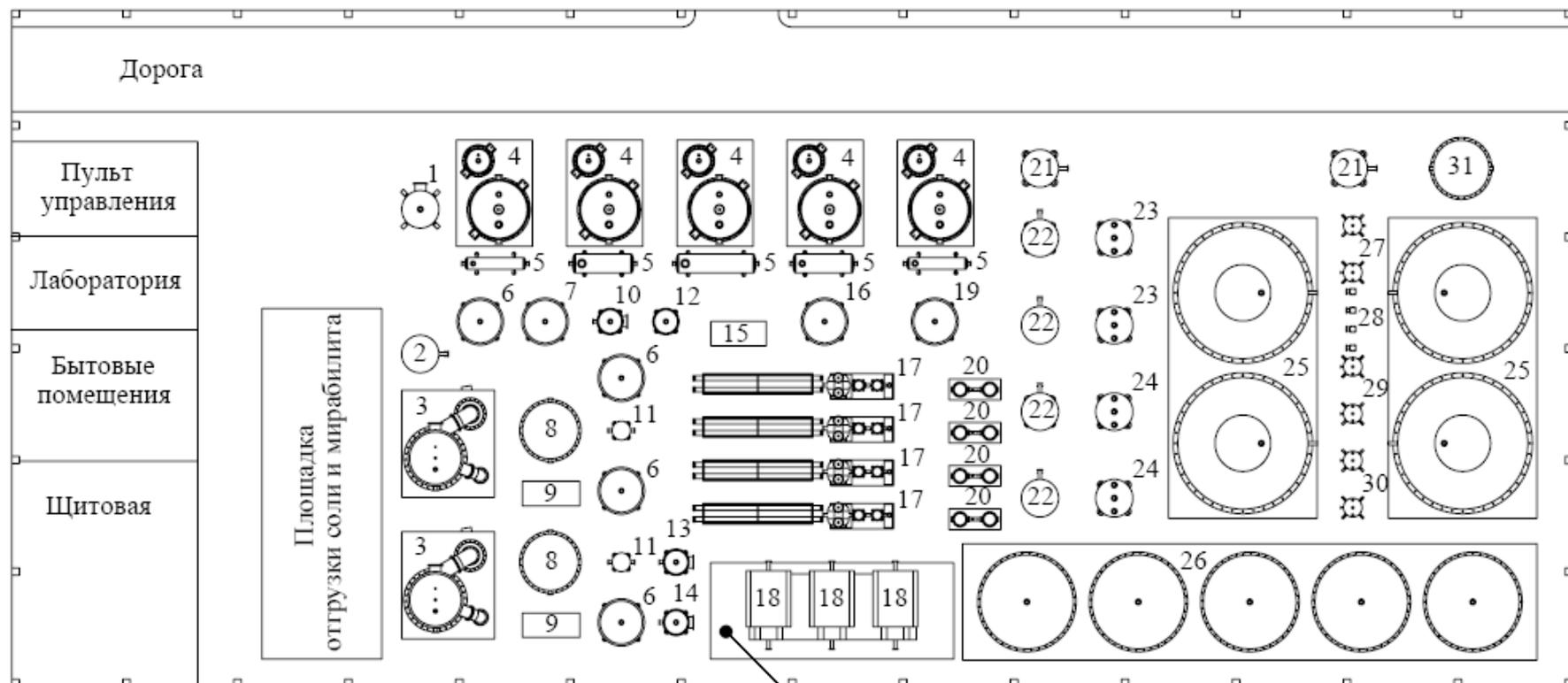
Принципиальная схема выпарно-кристаллизационной установки



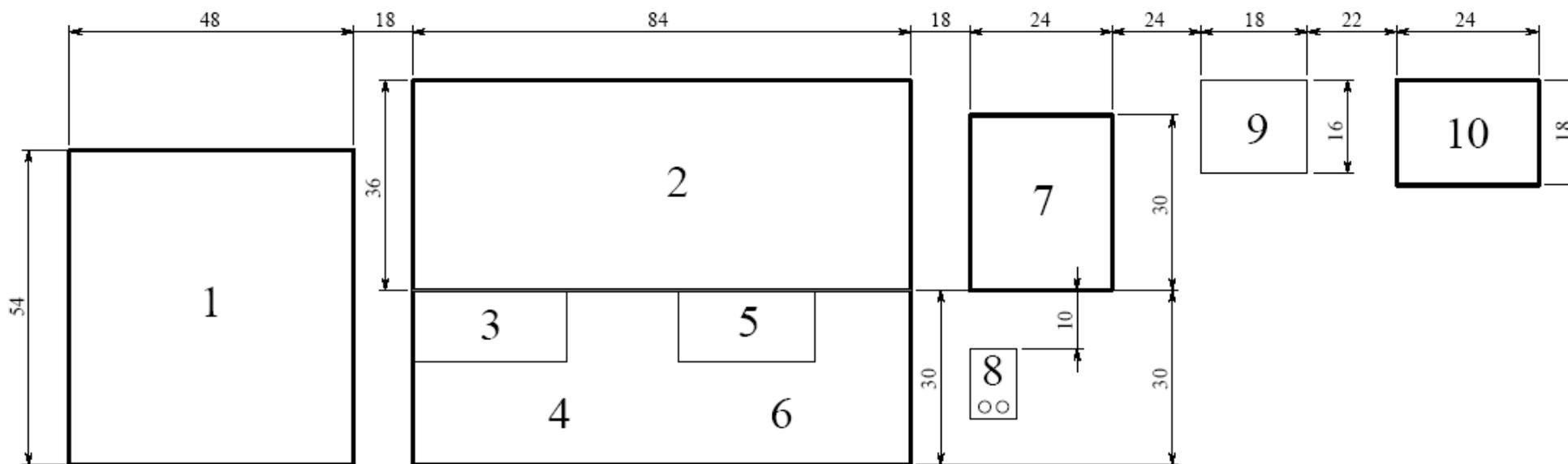
Общий вид комплекса очистки



ПЛАН РАЗМЕЩЕНИЯ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА



ПЛАН РАЗМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

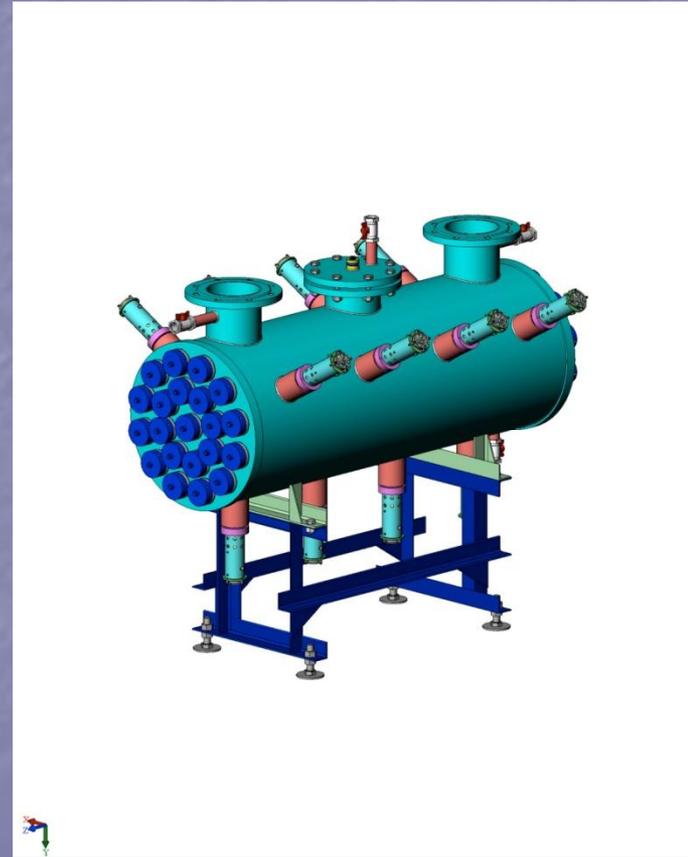


1. Склад поваренной соли
2. Производственный корпус.
3. Участок фасовки мирабилита
4. Склад мирабилита.
5. Участок фасовки шлама.
6. Склад шлама.
7. Склад мокрого хранения соды.
8. Площадка хранилища для извести.
9. Градирня
10. Склад для химреактивов, коагулянтов и флокулянтов.

В этот проекта вошёл ряд наших последних разработок:

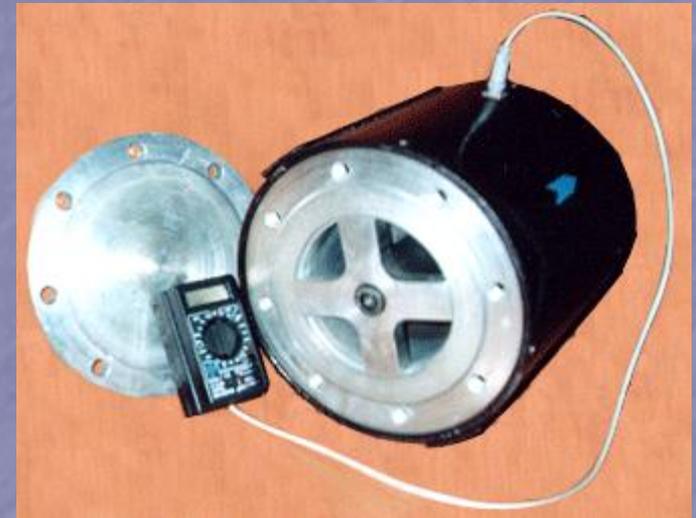
- Комплексное обеззараживания УФК;
- Активаторы типа МВГДА.

- *Комплексное УФК обеззараживание* сточных и оборотных вод, осуществляется на оборудовании нового поколения с использованием ультрафиолетового облучения и кавитационного воздействия ультразвука. На выходе установок достигается практически полное уничтожение патогенных микроорганизмов.
- Повышение производительности с одновременным снижением энергоёмкости обусловлено синергидным эффектом двух воздействий



МАГНИТОВИХРЕВЫЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ АКТИВАТОРЫ

- МВГДА предназначен для безреагентного активирования жидкостных систем и предотвращения и удаления ранее образовавшейся накипи.
- Освоено проектирование и производство МВГДА типоразмеров от Ду 5 до Ду 1000.
- Разработана методика проектирования, производства и отстройки активаторов до Ду 2500 на базе отечественных и импортных постоянных магнитов.
- Магнитные системы МВГДА, реализованы на основе таких постоянных магнитов как Sm-Co (самарий-кобальт) и Nd-Fe-B (ниодим-железо-бор).
- В основу принципа работы МВГДА положены экспериментально установленное изменение физико-химических свойств жидкостей, обработанных в постоянном магнитном поле при определенных магнитогидродинамических режимах течения.



Технико-экономические показатели и расходные коэффициенты предлагаемой технологии очистки минерализованных природных и сточных вод промышленных производств на примере шахтной воды Ростовского региона

- Производительность по очистке минерализованных сточных вод с исходной минерализацией 5 г/дм^3 – $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ (блочно можно наращивать);
- Выход очищенной воды с минерализацией $100 - 200 \text{ мг/дм}^3$ – $195 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Затраты технической соды на предобработку – $2,5 \text{ кг/м}^3$;
- Расход извести на обработку – $1,2 \text{ кг/м}^3$;
- Расход электроэнергии на обратноосмотическое опреснение – $2,5 \text{ кВтч/м}^3$;
- Расход пара с температурой 179°C на выпарку – $0,16 \text{ т/м}^3$ концентрата ОО;
- Расход тепла на обработку – $0,11 \text{ Гкал/м}^3$ концентрата ОО;

Для среднестатистической воды с исходной концентрацией 5 г/дм^3

- Выход мирабилита (десятиводного сульфата натрия) – 2 кг/м^3 ;
- Выход хлорида натрия – 3 кг/м^3 ;
- Выход известкового шлама до $0,4 \text{ т/ч}$;
- Ожидаемая стоимость эксплуатационных затрат – до $3,5 \text{ евро/м}^3$, а с учётом выручки за полученные продукты могут быть сведены к нулю.
- При реализации деминерализованной воды, на тепловые станции и централи, технология становится прибыльной и окупится в течение 3-6 лет в зависимости от стоимости тепловой энергии.