



# **Рекомендации для переработки минеральных солей**

Кали-Умвелттехник ГмбХ (К-УТЕК)

Петерсеншахт 7

99706 Зондерсхаузен/Германия

Телефон: 0049-3632-6100

Факс: 0049-3632-610105

e-Mail: [kutec@k-utec.de](mailto:kutec@k-utec.de)

[www.k-utec.de](http://www.k-utec.de)

Зондерсхаузен, 01.03.2007

Фирма Кали-Умвелттехник ГмбХ Зондерхаузен (К-УТЕК) - это единственный правопреемник бывшего научно-исследовательского института калийной промышленности. Этот научно-исследовательский институт калийной промышленности подчинялся дирекции народного предприятия "Комбинат КАЛИ", государственному предприятию по производству калийных и каменносоляных продуктов в бывшей ГДР. Народное предприятие "Комбинат КАЛИ" находилось на третьем месте в мире по экспорту калийных продуктов и включало в себя большое количество предприятий горнодобывающей промышленности и переработки.

- 11 калийных рудников
- 1 каменносоляной рудник
- 3 рудника для добывания солей методом растворения (раствор каменной соли или же карналлита)
- 3 рудника по добыче других минералов (барит, гипс)
- 11 перерабатывающих предприятий для производства калийных удобрений / побочных продуктов
- 1 предприятие по переработке каменной соли
- 1 предприятие для производства обожжённой магнезии.

Все эти отрасли производства находились под руководством и наблюдением инженеров и ученых научно-исследовательского института калийной промышленности. Научные исследования по соляной промышленности и по обработки минеральных солей, развитие новых технологий для соляной промышленности и для переработки минеральных солей, а также развитие типичной для калийной индустрии аппаратуры были основными задачами этого института.

Таким образом фирма Кали-Умвелттехник ГмбХ Зондерхаузен (К-УТЕК) может опираться на более чем пятидесятилетний опыт работы в калийной и каменносоляной индустрии.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<p><b>Флотация сильвина</b></p> <p>Развитие дизайна рудника и дизайна переработки для самой большой калийной фабрики Европы, включая оптимизацию процесса и высококачественный менеджмент. Основой служит сильвинитовое сырьё</p>	<p>Цилитц Германия</p>	<p>переработка 25.000 т/сутки сырья Количество продукта 1 500 000 т/год KCl</p>	1962 - 1989	<p>Обработка включала в себя разведку месторождений вплоть до отгрузки готового изделия. Технология горнодобывающей промышленности а также технология обработки были разработаны и рассчитаны научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена.</p> <p>Каждая отдельная часть процесса опробовалась в лабораториях и экспериментальных цехах.</p> <p>С 1980 проводились многочисленные мероприятия для оптимизации процесса и улучшения качества</p>
<p><b>Флотация сильвина, флотация кизерита</b></p> <p>Исполнение дизайна процесса для установки по изготовлению KCl с качеством минерального удобрения на основе богатого сульфатом</p>	<p>Росслебен Германия</p>	<p>Переработка сырья 10.000 т/сутки Количество продукта 1 000 000 т/год KCl (удобрение кали-магнезия)</p>	1966 – 1974	<p>Предприятие, работавшее по способу горячего растворения было переведено на процесс флотации; одновременно была увеличена мощность установки. Дополнительно был введён в эксплуатацию процесс флотации для</p>

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
сильнитового сырья				добычи кизерита из хвостов флотации сильвина.
<b>Обогащение каменной соли</b> Исполнение дизайна процесса для обогатительной установки каменной соли.	Бернбург Германия	Количество продукта 3 000 000 т/год NaCl	1966 – 1974	Научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена были разработаны дизайн процесса и Basic Engineering для установки по обогащению каменной соли. Установка производит как пищевую так и промышленную соль.
<b>Процесс горячего растворения KCl</b> Исполнение дизайна процесса для изготовления KCl в качестве минерального удобрения на базе из <i>сильвинит-ангидрит-кизеритового</i> сырья	Бишоффероде Германия	Обработка сырья 10.000 т/сутки Количество продукта 800.000 т/год KCl	1972 – 1978	В связи со сложным составом сырья научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена был разработан метод горячего растворения и последующей кристаллизации KCl и исполнен дизайн процесса.
<b>Процесс горячего растворения KCl</b> Развитие процесс горячего растворения для изготовления KCl 99, исполнения дизайна процесса	Цилитц Германия	300.000 т/год KCl (как KCl 99)	1992 - 1993	На основе добытого горным методом сильвинита был разработан процесс для изготовления электролизно чистого KCl (KCl 99). Этот процесс основан на

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
				методе горячего растворения. К-УТЕК проводил полупромышленные испытания и выполнял дизайн процесса.
<b>Процесс горячего растворения KCl</b> Исполнение дизайна процесса для изготовления KCl в качестве минерального удобрения исходя из комплексного сырья ( <i>сильвинит-кизерит-карналлитит</i> )	Меркерс/Верра Германия	Обработка сырья 25.000 т/сутки Количество продукта 1 500 000 т/год KCl	1976 – 1980	В связи со сложным составом сырья научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена был разработан метод горячего растворения и последующей кристаллизации KCl и исполнен дизайн процесса. Установка состоит из 2 линий с пропускной способностью соответственно 1.200 м <sup>3</sup> / ч. раствора.
<b>Эксплуатация карналлитового месторождения методом выщелачивания и переработка добытого раствора</b> Разработка дизайна процесса для изготовления KCl, MgCl <sub>2</sub> и NaCl, исходя из добытого выщелачиванием раствора MgCl <sub>2</sub>	Блейхероде Германия	Количество продукта 120.000 т/год KCl 60.000 т/год MgCl <sub>2</sub> в виде раствора MgCl <sub>2</sub>	1975 – 1989	Комплектная разработка процесса научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена, начиная с лабораторных и экспериментальных испытаний, пилотными испытаниями в промышленном масштабе. Выработка дизайна процесса с 1989 начало

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
				производства калийных удобрений в качестве первой в мире установки по выщелачиванию карналлита.
<b>Разложение карналита</b> Исполнение дизайна процесса для установки по изготовлению KCl разложением карналлита. (Карналлитовое сырьё образуется в результате солнечного испарения)	Царси Тунис	Предприятие как пилотная установка с размерами реактора от 1 м <sup>3</sup>	1984 – 1985	Дизайн установки вырабатывался научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена, а пилотная эксплуатация проводилась в Зебкаль ел Мела / Царси (Тунис). Вместе с фирмами Spie-Batignolles, MdPA, Swenson, Whiting-Fermont и Salines de Midi впервые испытывался специальный кристаллизатор для крупнозернистой кристаллизации.
<b>Кристаллизация сульфата калия</b> Выработка дизайна процесса для установки по производству сульфата калия	Царси Тунис	Предприятие как пилотная установка Дизайн процесса для количества продукта: 120.000 т/год	1984 – 1985	Научно-исследовательский институт калийной промышленности Зондерсхаузена эксплуатировал пилотную установку в Тунисе. Также были разработаны дизайн установки и Basic Engineering.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<b>Разложение карналлита</b> <b>Горячее осветление</b> <b>Упаривание раствора MgCl<sub>2</sub></b> Консультация для выполнения всего процесса, дизайн процесса для отдельных шагов и сотрудничество при пуске в эксплуатацию	Зондерсхаузен Германия	Количество продукта 500.000 т/год концентрированный раствор MgCl <sub>2</sub> Повышение производства калийных удобрений	1983 – 1990	Научно-исследовательский институт калийной промышленности Зондерсхаузена разработал концепцию для оптимизации производства на калийном предприятии "Глюкауф" Зондерсхаузена. Пуск в эксплуатацию и приёмка сооруженной установки проходили под надзором научно-исследовательского института калийной промышленности Зондерсхаузена.
<b>Производство K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> Развитие метода и дизайн процесса Основа сырья: соли карналлита и кизерита	Калийное предприятие Верра / Дондорф Германия	200.000 т/год K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> высокого качества	1985 – 1987	Процесс разрабатывался научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена и переносился на промышленный масштаб. Был разработан дизайн процесса. Промышленная установка работает с объемами реактора от 350 м <sup>3</sup> .
<b>Производство K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> Разработка метода и дизайн процесса	Суботика Югославия	10.000 т/год MgSO <sub>4</sub> высокого качества	1988 – 1989	Дизайн процесса и Basic Engineering в комплексе были разработаны научно-

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
Основа сырья: синтетический раствор $MgSO_4$				исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена
<b>Производство <math>K_2SO_4</math></b> Испытательное проведение производства сульфата калия Основное сырья: $KCl$ и $Na_2SO_4$	Солигорск, Белоруссия	Испытания байпасной эксплуатации	1990	Научно-исследовательским институтом калийной промышленности Зондерсхаузена проводились непрерывные испытания байпасной эксплуатации. Сульфат калия производился через промежуточную ступень глазерит.
<b>Флотация кизерита</b> Исполнение дизайна процесса для флотационной установки по добыче кизерита из хвостов процесса горячего растворения.	Унтербрейцбах / Верра Германия	Обработка сырья 2 000 000 т/год (хвосты)	1991	Кизерит добывается на базе хвостов горячего растворения карналлитового сырья посредством процесса флотации.
<b>NaCl производство</b> Дизайн процесса для производства NaCl на основе каменной соли	Сотрудничество в качестве субподрядчика	Испытания в полупромышленном масштабе	1992 – 1993	Фирмой К-УТЕК проводились испытания в экспериментальном цехе и был разработан предварительный дизайн процесса.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<b>Флотация NaCl</b> Исполнение дизайна процесса для установки по флотации NaCl из добытой горным способом каменной соли.	Бернбург Германия	Эксплуатация в качестве пилотной установки	1993	Дизайн процесса для установки по изготовлению электролизночистого NaCl (99,8% NaCl) с помощью флотации был разработан фирмой К-УТЕК . Процесс испытывался в пилотном масштабе.
<b>Производство K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> Испытательное проведение и дизайн процесса Основа сырья: KCl и Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Китай	50.000 т/год сульфата калия	1993	Дизайн процесса вырабатывался фирмой К-УТЕК . По отдельным шагам процесса проводились непрерывные испытания в масштабе экспериментального цеха.
<b>Производство K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Россия	50.000 т/год сульфата калия	1993	Дизайн процесса разрабатывался фирмой К-УТЕК в качестве субподрядчика предприятия по производству установок
<b>KCl кристаллизация охлаждением NaCl отделение горячим выщелачиванием Упаривание раствора MgCl<sub>2</sub></b> Дизайн процесса по производству	Блейхероде Германия	Количество продукта 50.000 т /год KCl с качеством минерального удобрения	1990 – 1996	Выработка дизайна процесса для изготовления продуктов KCl и MgCl <sub>2</sub> фирмой К-УТЕК. Перенос масштаба на весь процесс. Разработка Basic Engineering для выпаривания

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
KCl, MgCl <sub>2</sub> и NaCl на основе раствора MgCl <sub>2</sub> из выщелачивания карналлита		60.000 т/год MgCl <sub>2</sub> в виде раствора MgCl <sub>2</sub> и хлопьев бишофита		высококонцентрированных растворов MgCl <sub>2</sub> .
<b>Компактирование калийных удобрений</b> Испытательное проведение компактирования и обработки гранулята Разработка метода и дизайн процесса для нескольких установок по обработке гранулята	K+S / Цилитц Германия APC Иордания Калийное предприятие Сильвинит Россия Калийное предприятие Уралкали Россия SQM Чили Ориана Украина	Калийные предприятия с различной мощностью	1992 - 1996	Фирма К-УТЕК проводила по поручению калийных производителей или же машиностроительных предприятий анализы процесса установок гранулирования калийных удобрений и сочла нужным произвести изменения в дизайне процесса гранулирования и последующей обработки. На основе обширных исследований фирмой К-УТЕК был разработан новый процесс последующей обработки гранулята.
<b>Выпаривание MgCl<sub>2</sub> раствора</b> Дизайн процесса выпаривания раствора и кристаллизации охлаждением	конфиденциально	Полупромышленные испытания варианта метода для инвестиционной	1996	Фирма К-УТЕК в качестве субподрядчика фирмы по строительству сооружений проводила испытания с оригинальными видами

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
		мощности 750.000 т/год синтетического карналлита		сырья, причем были исследованы все отдельные шаги процесса. На основе результатов испытаний был разработан дизайн процесса.
<b>Обработка карналлита</b> <b>Флотация NaCl</b> Консультации	АРС Иордания	Консультации, Испытания эксплуатации	1995 – 1996	Клиент консультировался фирмой К-УТЕК при истолковании, проведении и оценке испытаний по развитию нового, специфического флотореагента.
<b>Производство KCl</b> Разработка метода и дизайн процесса Основа сырья - сточная вода угольной шахты	Сотрудничество в качестве субподрядчика	15.000 т/год KCl	1995 – 1996	Фирмой К-УТЕК разрабатывался соответствующий метод и дизайн процесса. Фирма К-УТЕК принимала участие в качестве консультанта при дальнейшей разработке задания. Zusätzlich wirkte K-UTEK als Berater bei der weiteren Auftragsabwicklung.
<b>Производство KCl 99</b> Разработка метода и дизайн процесса Основа сырья - пылевидная соль из производства калийных удобрений.	Сотрудничество в качестве субподрядчика	50.000 т/год KCl 99	1995 – 1996	Фирма К-УТЕК разработала приемлемый метод на основе испытаний и выработала дизайн процесса.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<b>Производство KCl 99</b> Разработка метода и дизайн процесса Основа сырья - синтетический карналит	Сотрудничество в качестве субподрядчика	Проведение испытаний	1995 – 1996	Фирма К-УТЕК разработала приемлемый метод и дизайн процесса. Фирма К-УТЕК принимала участие в качестве консультанта при дальнейшей разработке задания.
<b>Охлаждение испарением</b> <b>Кристаллизация карналлита</b> <b>Разложение карналлита</b> Дизайн процесса Основа сырья - карналлит или бишофит	NEDMAG Industries B.V. Veendam Нидерланды	Проведение испытаний по кристаллизации и разложению с управляемым ростом кристаллов	1996	Фирма К-УТЕК разработала приемлемый метод на основе испытаний и выработала дизайн процесса.
<b>Изготовление MgCl<sub>2</sub> и Mg-продуктов</b> Дизайн процесса Основа сырья - карналлит или бишофит	NEDMAG Industries B.V. Veendam Нидерланды	Проведение испытаний	1995 – 1996	Фирма К-УТЕК проводила испытания для оптимизации процесса Mg(OH) <sub>2</sub> -осаждения с доломитом. Были разработаны предложения по проведению процесса.
<b>Производство KCl и NaCl</b> Консультации и дизайн процесса Основа сырья - это сильвинитовая сырая соль	Средняя Азия	примерно 1 000 000 т/год KCl и примерно 1 000 000 т/год NaCl	1996	Фирма К-УТЕК работала в качестве консультанта и разработала предварительный дизайн процесса.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<b>Разделение NaCl и карналита</b> Пробное испытание разработки метода и дизайн процесса Основа сырья - синтетический карналлит	Блейхероде Германия	Проведение испытаний	1995 – 1996	Фирма К-УТЕК проводила испытания и разработала соответствующий процесс. Был разработан дизайн процесса.
<b>Депония для растворов MgCl<sub>2</sub></b> Пробное испытание разработки метода и дизайн процесса Основа сырья - раствор MgCl <sub>2</sub>	Штасфурт Германия	Проведение испытаний	1996	На основании соответствующих испытаний была развита технология по уплотнению растворов и разработан дизайн процесса для технического проведения.
<b>Производство сульфата магния</b> Пробное испытание разработки метода и дизайн процесса	NEDMAG Industries B.V. Veendam Нидерланды	20.000 т/год горькой соли	1997	Фирма К-УТЕК проводила испытания и разработала соответствующий процесс. Был разработан дизайн процесса. Принцип метода - конверсия раствора MgCl <sub>2</sub> с различными носителями сульфата.
<b>Производство KCl и NaCl</b> Разработка метода и дизайн процесса Сырье - сильвинитовая природная соль	Дехканабад Узбекистан	500.000 т/год KCl 500.000 т/год NaCl	1998 – 1999	В рамках консорциума было проведено Feasibility- исследование и фирма К-УТЕК разработала дизайн процесса.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<b>Кристаллизация охлаждением карналлита</b> Разработка метода и исследование	TATA CHEMICALS Ltd. Митапур Индия	Технологическое исследование	1998	На основе горьких солей испарений морской воды были исследованы возможности для дальнейшего применения.
<b>Производство KCl 99</b> Разработка метода и исследование	TATA CHEMICALS Ltd. Митапур Индия	Технологическое исследование	1998	На основе горьких солей испарений морской воды были исследованы возможности для дальнейшего применения.
<b>Производство Mg(OH)<sub>2</sub> из горьких солей морской воды</b> Проведение испытаний, разработка метода, дизайн процесса и Basic Engineering	TATA CHEMICALS Ltd. Митапур Индия	8.000 т/год Mg(OH) <sub>2</sub> (Basic Engineering) 200.000 т/год Mg(OH) <sub>2</sub> (Технологическое исследование)	1998 – 1999	На основе горьких солей испарений морской воды был произведён Mg(OH) <sub>2</sub> высокой чистоты осаждением с аммиаком. Для производства 8.00 г/год фирмой К-УТЕК было разработано Basic Engineering. Для предусмотренного расширения производства был составлен обзор.
<b>Производство сульфата магния</b> Проведение, разработка метода, предварительное Feasibility-исследование	Deusa GmbH Блейхероде Германия	30.000 т/год MgSO <sub>4</sub>	1999 – 2000	Для конверсии MgCl <sub>2</sub> с Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> для получения MgSO <sub>4</sub> фирмой К-УТЕК было разработано исследование.

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<p><b>Добыча KCl и Mg продуктов из природных растворов</b></p> <p>Проведение испытаний, разработка метода, дизайн процесса и Basic Engineering</p> <p>Основа сырья - раствор из природного соляного озера (Playa of Khor)</p>	<p>Кор Исламская республика Иран</p>	<p>Полупромышленные испытания с оригинальным сырьём в фирме К-УТЕК</p> <p>Пилотные испытания на месте с пропускными способностями в 1 т/сутки</p> <p>Предварительное Feasibility-исследование для NaCl производства 1 000 000 т/год NaCl</p> <p>Feasibility-исследование для производства KCl 50.000 т/год KCl</p> <p>Дизайн процесса для 50.000 т/год KCl и</p>	1997 – 2003	<p>На основе исследований месторождений и полупромышленных испытаний с оригинальными видами сырья фирмой К-УТЕК было разработано учение.</p> <p>После доказательства возможности исполнения были разработаны дизайна процесса и Basic Engineering.</p> <p>Установка KCl настоящее время находится в процессе строительства.</p>

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
		30.000 т/год Mg(OH) <sub>2</sub> Дизайн процесса для 50.000 т/год KCl и 30.000 т/год Mg(OH) <sub>2</sub>		
<b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> производство</b> Проведение испытаний, оптимизация метода и дизайн процесса	Китай	50.000 т/год K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2000	Фирма К-УТЕК в качестве субподрядчика одной немецкой фирмы по сооружению установок проводила испытания для оптимизации процесса и разработала дизайн процесса.
<b>Обработка сточных вод</b> Проведение испытаний, оптимизация метода и дизайн процесса	V.U.S. Фрейберг Германия	80.000 т/год сточных вод	2002	На основе исследований фирмой К- УТЕК был разработан дизайн процесса для обработки сточных вод. При этом выпарной установкой было выработано 10.000 т/год смеси солей (компрессия отходящих газов). Таким образом цель - создание установки, работающей без сточных вод - была достигнута.
<b>Производство NaCl 99</b> Проведение испытаний, оптимизация	Deusa GmbH Блейхероде	30.000 т/год	2002/03	Проводились испытания по очистке NaCl и на основе результатов этих

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
метода и дизайн процесса	Германия			испытаний была предложена концепция установки.
<b>Производство KCl 99</b> Проведение испытаний, оптимизация метода и дизайн процесса	Deusa GmbH Блейхероде Германия	20.000 т/год	2002/03	Проводились испытания по очистке NaCl и на основе результатов этих испытаний была предложена концепция установки.
<b>Производство NaCl</b> Проведение испытаний, оптимизация метода и дизайн процесса	Pars Namak Иран Как поставщик аппаратов и установок для фирмы Ebner	250.000 т/год NaCl	2003	Проводились испытания по очистке раствора процесса и на основе результатов этих испытаний фирмой К-УТЕК был разработан дизайн процесса по очистке раствора.
<b>Производство борной кислоты</b> Проведение испытаний, оптимизация метода и дизайн процесса Основа сырья - улексит	Quiborax Arica Чили	90.000 т/год борной кислоты	2003	Были проведены испытания по выщелачиванию руды, по кристаллизации и по выпариванию маточного раствора, и на основе результатов испытаний фирмой К-УТЕК был разработан дизайн процесса для изготовления борной кислоты.
<b>Производство K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Salinen Austria	15.000 т/год K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2004	На основе обогащенного

	Местонахождение	Мощность	Год	Замечания
<p>Проведение испытаний, Feasibility-исследование, дизайн процесса и Basic Engineering</p> <p>Основа сырья - маточный раствор кристаллизации NaCl</p>	<p>AG Эбензее</p> <p>Австрия</p>			<p>загрязнениями маточного раствора был произведён K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> высшего качества через промежуточную ступень глазерит. Фирмой К-УТЕК были проведены испытания, разработано Feasibility-исследование и проведено Basic Engineering</p> <p>В 2006 году установка была успешно принята в эксплуатацию.</p>
<p><b>Производство NaCl</b></p> <p>Дизайн процесса и Basic Engineering</p> <p>Основа сырья - NaCl из испарений морской воды</p>	<p>Arvand</p> <p>Petrochemical</p> <p>Company</p> <p>Сарбандар</p> <p>Иран</p>	<p>2 000 000 т/год NaCl</p> <p>в виде отмытой соли</p>	2006	<p>Фирмой К-УТЕК были разработаны дизайн процесса и Basic Engineering</p> <p>Установка находится в настоящее время в процессе строительства.</p> <p>Подрядчик - это консорциум из К-УТЕК, САС и ITCEN.</p>