Pumpen für die Rauchgasreinigung in Müllverbrennungsanlagen

Насосы для очистки топочных газов в установках по утилизации отходов

RHEINHÜTTE PUMPEN

FRIATEC

Pumpen für die Rauchgasreinigung in Müllverbrennungsanlagen

Насосы для очистки топочных газов в установках по утилизации отходов

Weltweit nimmt das Müllaufkommen in erheblichem Maße zu. In vielen Ländern sind die Kapazitäten der vorhanden Mülldeponien nahezu erschöpft. Um die zur Deponierung anfallende Müllmenge zu reduzieren, werden in zunehmendem Maße Müllverbrennungsanlagen benötigt.

Allein in Deutschland werden 44 Mio. Tonnen Müll durch private Haushalte verursacht. Ein Großteil wird nach wie vor auf Müllhalden deponiert. Auf die thermische Verwertung entfallen ca.13 Mio. Tonnen, diese Menge wird sich in Zukunft jedoch weiter erhöhen.

Ziel der Müllverbrennung ist

- Volumenreduzierung (1000 kg Restmüll werden in 350-400 kg Schlacke und Asche überführt, die teilweise weiterverwertet wird)
- Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Rückständen der thermischen Behandlung sowie der Abgasreinigung.
- Energetische Nutzung des Mülls (der Heizwert von unvermischtem Abfall liegt bei durchschnittlich 8000 kJ/kg, zum Vergleich Braunkohle liegt im Bereich von 8500 bis 16000 kJ/kg)
- Die nach der Restabfallbehandlung verbleibenden nicht verwertbaren Reste in eine umweltverträgliche Form zu überführen.
- Die organischen Schadstoffe des Restmülls zu zerstören und toxische Bestandteile abzutrennen.

Folgende Verfahren der thermischen Abfallbehandlung werden zur Zeit genutzt :

- Verbrennung mittels Rostfeuerung bzw. Wirbelschichtfeuerung (hierauf entfallen in Deutschland 90% der Anlagen)
- Etagenöfen und Drehrohröfen (überwiegend für die Sondermüllbehandlung)
- Schwelbrennverfahren
- Thermisches Selektions und Konversionsverfahren (Thermoselekt)
- Vergasung

Die Verbrennung von Abfällen stellt einen äußerst komplexen chemischen Prozeß dar, bei dem eine Vielzahl von mehr oder weniger schädlichen Reaktionsprodukten entstehen. Die Rauchgasreinigung besitzt daher eine zentrale Funktion innerhalb der Müllverbrennungsanlage.

Unabhängig von der Art der thermischen Abfallbehandlung wird zum überwiegenden Teil die sogenannte kombinierte nasse Rauchgaswäsche zur Abgasreinigung eingesetzt.

Diese setzt sich aus folgenden Verfahrenskomponenten zusammen :

- Entstaubung
- HCl- und HF- Abscheidung
- SO_2 – Abscheidung
- Entstickungsverfahren auf Basis des SCR-Verfahrens (Selektive Katalytische Reduktion) oder des SNCR-Verfahrens (Selektive Nichtkatalytische Reduktion)
- Dioxin- / Furan- Abscheidung

Количество отходов в современном мире увеличивается в невероятных размерах. Во многих странах мира мощности существующих свалок практически исчерпаны. Для того, чтобы существенно сократить хранение такого количества отходов требуется большое количество мусоросжигающих заводов.
Только в одной Германии более 44 миллионов тонн мусора поставляют личные хозяйства. Большая часть мусора как и прежде хранится в мусорных отвалах. Термически обрабатываются, т.е. сжигаются только 13 миллионов тонн мусора. В будущем количество, сжигаемого мусора, значительно увеличится.

Целью сжигания мусорных отходов является:

- сокращение объемов отходов (при сгорании из 1000 кг мусора получается 350-400 кг шлаков и золы, которые частично также перерабатываются)
- добыча вторичного сырья из остатков термической обработки, а также очистка отводных (топочных) газов
- энергетическое использование мусорных отходов (теплотворная способность перемешанного мусора в среднем составляет 8000 кдж / кг. Для сравнения теплотворность бурого угля находится в пределах 8500-16000 кдж / кг)
- перевод оставшихся при сгорании остатков мусора в экологически терпимую форму
- нейтрализация вредных органических веществ и отделение токсичных составляющих

В настоящее время используются следующие методы термической обработки:

- сжигание мусора в топках с колосниковой решеткой или в вихревых топках (таких установок в Германии 90%)
- сжигание мусора во вращающихся и многоподовых печах (преимущественно для спецобработки)
- сжигание мусора в полукоксовых печах
- метод термической селекции и конверсии
- метод получения газов

Сжигание мусора представляет собой чрезвычайно сложный химический процесс, в котором образуется большое количество вредных веществ. Очистка топочных газов – это основная функция в работе мусоросжигающей установки.

В зависимости от вида термической обработки в большинстве случаев для очистки газов используется так называемая комбинированная очистка “по-мокрому”.

Она состоит из следующих ступеней:

- удаление пыли
- сепарация HCL от HF
- отделение SO2
- обезазотивание на базе технологии SCR (селективная каталитическая редукция) или по методу SNCR (селективная некаталитическая редукция)
- отделение диоксина от фурана

Prinzip der Rauchgasreinigung einer Müllverbrennungsanlage (MVA)

Die folgende Darstellung stellt das Prinzip der Müllverbrennung über Rostfeuerung mit anschließender Rauchgasreinigung vor. Der angelieferte Abfall gelangt über ein Verteilersystem in den Verbrennungsraum.
Bei Temperaturen im Bereich der Verbrennungszone zwischen 800 - 1200 °C findet ein vollständiger Ausbrand statt.
Die anfallende Asche wird gekühlt, in Wertstoffklassen unterteilt und entsprechend weiterverarbeitet.
Das bei der Verbrennung entstehende Rauchgas wird zur Energieerzeugung genutzt. Je nach Größe der Verbrennungsanlage können Stromabgaben von 80 MWh pro Jahr und eine Fernwärmeabgabe von 1000 MWh pro Jahr realisiert werden.

Nach der Verbrennung gelangt das abgekühlte Rauchgas mit einer Temperatur von etwa 230 °C in den Bereich der Rauchgasreinigung. Die folgende Darstellung (Bild 1) zeigt eine Verfahrensvariante der Rauchgasreinigung.

Zunächst werden im Elektrofilter ein Großteil der Stäube und der daran gebundenen Schwermetalle abgeschieden.
In der zweiten Reinigungsstufe, dem sogenannten sauren Wäscher, werden Chlorwasserstoff (HCl), Fluorwasserstoff (HF) sowie weitere Schwermetalle, hauptsächlich Quecksilberverbindungen, abgeschieden.
Aufgrund der hohen Löslichkeit von HCl und HF in Wasser, sowie der niedrigen Prozeßkosten bietet sich Wasser als Absorptionsmittel an.

In einem Gleichstromwäscher wird das Rauchgas mit Sumpfwasser gequencht, parallel dazu findet eine Teilneutralisation mit NaOH statt. Das verdampfte Wasser wird durch Frischwasser ersetzt. Das entstehende Sumpfwasser enthält überwiegend NaCl, NaF, HCl sowie Quecksilberchlorid. Der Abzug des Sumpfwassers findet in Abhängigkeit von der Chloridkonzentration (Cl^-) statt.
Anschließend wird das Sumpfwasser gereinigt und aufkonzentriert.
Je nach Bauart fallen in dieser Reinigungsstufe überwiegend Salzsäure, Natriumchlorid oder Calziumchlorid an, die industriell weiter verwertet werden.

In dem anschließenden SO_2-Wäscher wird SO_2 mittels Kalkmilch aus dem Rauchgas abgeschieden. Beim Absorbtionsvorgang reagiert das im Rauchgas enthaltene SO_2 mit dem $Ca(OH)_2$ des Sumpfwasser zunächst zu Calziumsulfit $CaSO_3$, das im Sumpf durch Einblasen von Sauerstoff und intensivem Rühren zu Calziumsulfat $CaSO_4 \times 2H_2O$ aufoxidiert wird.
Die Ausschleusung der Gipssuspension erfolgt bei einem Feststoffgehalt von 10%.
Über die Ausschleusepumpe gelangt die Gipssuspension in einen Hydrozyklon, der die Suspension in einen feststoffarmen Oberlauf und einen feststoffreichen Unterlauf trennt. Der Oberlauf fließt wieder dem Absorptionskreislauf zu, der Unterlauf mit einer Feststoffkonzentration von 40 bis 50% fließt in einen Vorlagebehälter und wird anschließend in einem Vakuumbandfilter oder in einer Zentrifuge auf eine Restfeuchte unter 10% entwässert.

Принцип очистки газов в мусоросжигающей установке

Иллюстрация принципа сжигания мусора в колосниковой топке с последующей очисткой газов. Поставленный мусор по системе распределения попадает в топку. Полное сгорание отходов происходит при температуре 800-1200 °C. Оставшаяся зола охлаждается и для дальнейшей переработки сортируется по типам материалов. Возникающие при сгорании топочные газы используются для получения энергии. В зависимости от габаритов мусоросжигающей установки в год можно произвести до 80 мегаватт / час электроэнергии или 1000 мегаваттас / час тепла.
После сжигания охлажденный топочный газ при температуре около 230 °C подается в зону очистки. На рисунке (1) показана технологическая схема газоочистки.

В первой ступени очистки большая часть пыли и, связанных с ней тяжелых металлов, осаждается в электрофильтре. Во второй ступени, в так называемом кислом скруббере, производится разделение хлоридов водорода (HCL), фторидов водорода (HF) и тяжелых металлов (преимущественно соединений ртути). Из-за того, что HCL и HF легко растворяются в воде, то она, вследствие своей дешевизны, выполняет роль абсорбента.

В прямоточном скруббере производится смешивание топочных газов с кубовой водой ректификационной колонны. Параллельно с этим, с участием NaOH происходит частичная нейтрализация смеси. Выпаренная вода пополняется свежей. Образующаяся кубовая вода содержит преимущественно такие элементы как NaCl, NaF, HCL и хлорид ртути. Откачка кубовой воды производится в зависимости от концентрации хлоридов Cl^-.
Затем кубовая вода очищается и вновь насыщается.
На данной ступени очистки образуется соляная кислота, хлорид натрия или кальция, которые в дальнейшем утилизируются промышленным способом.
В следующем скруббере с использованием известкового молока производится выделение SO_2 из топочного газа.
В процессе абсорбции, содержащийся в топочном газе SO_2, вступает в реакцию с растворенным в кубовой воде $Ca(OH)_2$. В результате реакции получается сульфит кальция ($CaSO_3$), который, после добавления в воду кислорода и ее тщательного перемешивания, превращается в сульфат кальция $CaSO_4 \times 2H_2O$. Суспензия гипса вышлюзовывается с 10% содержанием твердых включений. Насос для перекачки суспензии гипса подает ее в гидроциклон, в котором она разделяется на фракцию обедненную твердыми включениями и фракцию обогащенную твердыми включениями. Обедненная фракция вновь подается в абсорбцию, а обогащенная с концентрацией 40-50% попадает в приемную емкость. Из приемной емкости фракция подается на вакуумный транспортер или в центрифугу, где производится ее обезвоживание до 10%.

Das Rauchgas, das nach der Naßwäsche eine Temperatur von etwa 60 °C hat, wird zur Erhöhung der Reaktionsfähigkeit in einem Wärmetauscher auf 120 °C erhitzt.
Zur Abscheidung von Dioxinen, Furanen und Schwermetallen gelangt das Rauchgas in einen Flugstromadsorber. Dabei wird ein Gemisch aus Kalkhydrat $Ca(OH)_2$ und Herdofenkoks als Adsorbermedium eingedüst, das die genannten Schadstoffe aufnimmt und anschließend in Gewebefiltern abgeschieden wird.
Das Adsorbermedium, das durch Rezirkulation mehrfach an dem Adsorptionsprozeß teilnimmt, wird anschließend verbrannt, wobei die Dioxine und Furane zerstört werden.

Bei der letzten Reinigungsstufe, der Rauchgasentstickung mittels selektiver katalytischer Reduktion (SCR), wird eine Ammoniaklösung in das Abgas eingespritzt, die mit den Stickoxiden (NO_x) zu Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O) reagiert.

Die in diesem Anwendungsbereich eingesetzten Pumpen entnehmen Sie bitte nachfolgender Tabelle. Die größte Bedeutung haben dabei die beiden horizontalen Pumpentypen CPDR und RCNKu.

Для повышения своей реакционной способности топочный газ из мокрого скруббера при температуре около 60 °C подается в теплообменник и нагревается до температуры 120 °C. Для отделения диоксинов, фуранов и тяжелых металлов топочный газ попадает в прямоточный адсорбер, в который в качестве адсорбента подается смесь гидрата кальция $Ca(OH)_2$ и кокса. Адсорбент впитывает в себя вредные вещества, которые в последствии улавливаются матерчатым фильтром.
Адсорбент, многократно участвующий в процессе рециркуляции, сжигается. Диоксины и фураны при этом разрушаются.
На последней ступени очистки газа с помощью селективной каталитической редукции (SCR) производится удаление азота. Для этого в газ впрыскивается раствор аммиака, который вступает в реакцию с окисью азота No_x и потом разлагается на азот(N_2) и воду (H_2O).
Все насосы, участвующие в этом технологическом процессе указаны в нижеследующей таблице. Особую роль при этом играют горизонтальные насосы – CPDR и RCNKu.

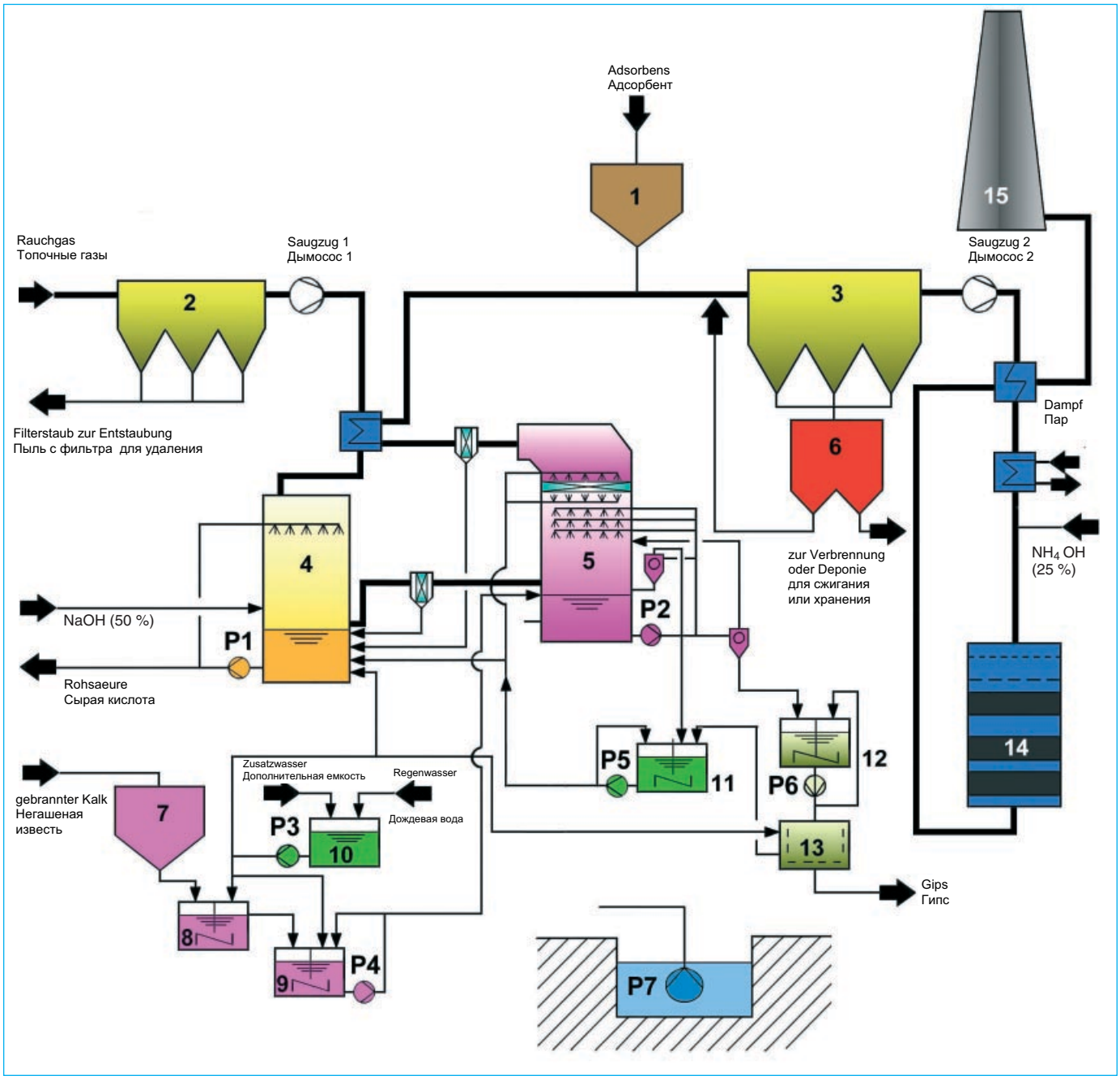
Pumpen-Nr. **Насосы**	**Medium** **Среда**				**Pumpentyp** **Тип насоса**	**Werkstoffe** **Материалы**
P1 Umwälzung HCl-Wäscher Циркуляция HCl в скруббере	Cl^- HCl NaCl	65.000 ppm 30 g/l 50 g/l	t pH	60 – 65 °C 0,5 – 1,0	**RCNKu**	**PP, PE 1000**
P2 Umwälzung SO_2-Wäscher Циркуляция SO2 в скруббере	$CaSO_4$ x 2 H_2O Cl^-	10 –12 % < 5.000 ppm	t pH	60 – 65 °C 5,5 – 6,0	**RCNKu**	**PE 1000**
P3 Prozeßwasser Технологическая вода	Cl^-	< 100 ppm	t pH	20 – 30 °C 7,0	**CPDR**	**PP**
P4 Kalkmilch Известковое молоко	$Ca(OH)_2$	12 %	t pH	40 – 60 °C 12,0	**CPDR** **CPRF**	**PE 1000**
P5 Prozeßwasser Технологическая вода	Cl^-	< 5.000 ppm	t pH	40 – 60 °C 5,6 – 6,0	**CPDR**	**PP**
P6 Gipssuspension Суспензия гипса	$CaSO_4$ x 2 H_2O Cl^-	25 –35 % < 100 ppm	T pH	40 – 60 °C 5,5 – 6,0	**CPDR** **CPRF**	**PE 1000**
P7 Bodenablauf Кубовая вода	Verschm. Abwasser 1-10 % Feststoffen, pH 0-14 Загрязненные сточные воды с 1-10% твердых включений и pH 0-14				**RKuV** **RVKu**	**PP, PE** Stahl gummiert Сталь гумирован.

FRIATEC-Rheinhütte liefert seit 1980 Pumpen für Anwendungen in der Rauchgaswäsche von Müllverbrennungsanlagen. Allein bis 1987, dem Jahr in dem eine umfangreiche Untersuchung und Analyse der eingesetzten Pumpen vorgenommen wurde, lieferte Rheinhütte über 200 Kunststoffpumpen für diesen Anwendungsbereich. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse bezüglich Material, Hydraulik, Wellenabdichtung und Standzeit wurde die Konstruktion laufend verbessert.
Heute verfügt FRIATEC-Rheinhütte über optimale anwendungsspezifische Pumpenkonstruktionen, die den hohen Anforderungen im Bereich der Rauchgasreinigung gerecht werden. Es sind Pumpen die sich durch sehr hohe Standzeiten, Betriebssicherheit und äußerst günstige Lebenszyklus-Kosten auszeichnen.
Bis heute sind das weltweit über 5.000 Pumpen in horizontaler oder vertikaler Bauform

С 1980 года фирма FRIATEC-Rheinhütte поставляет насосы для очистки топочных газов на мусоросжигательных заводах. Только до 1987 в год, когда был проведен глубокий аудит и анализ эксплуатируемых насосов, наша фирма на заводы по утилизации мусора поставила более 200 пластмассовых насосов. На основании получаемых данных по материалам, гидравлике, уплотнениям вала и срока службы постоянно совершенствовалась и конструкция насосов. В настоящее время фирма FRIATEC-Rheinhütte располагает оптимальной конструкцией насосов, полностью отвечающих самым высоким требованиям по очистке топочных газов. Это насосы, отлично зарекомендовавшие себя в данном процессе своей надежностью, длительным сроком службы и невысокой стоимостью. В настоящее время по всему миру работают более 5000 горизонтальных и вертикальных насосов фирмы FRIATEC-Rheinhütte.

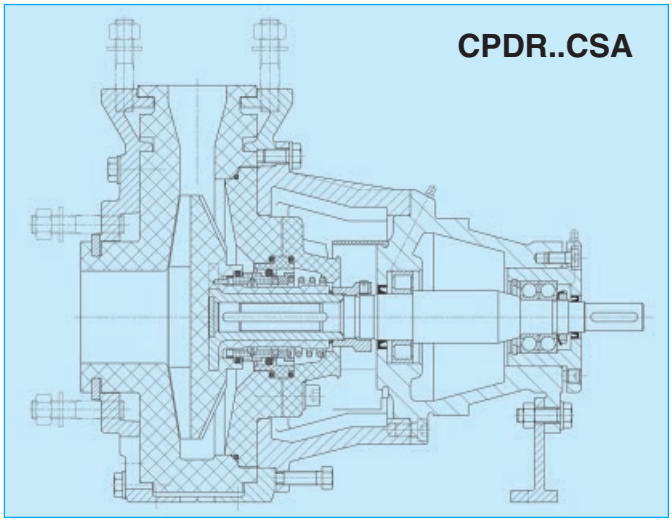
Vereinfachtes Fließbild einer Rauchgas-Reinigungsanlage

Упрощенная технологическая схема очистки топочных газов.



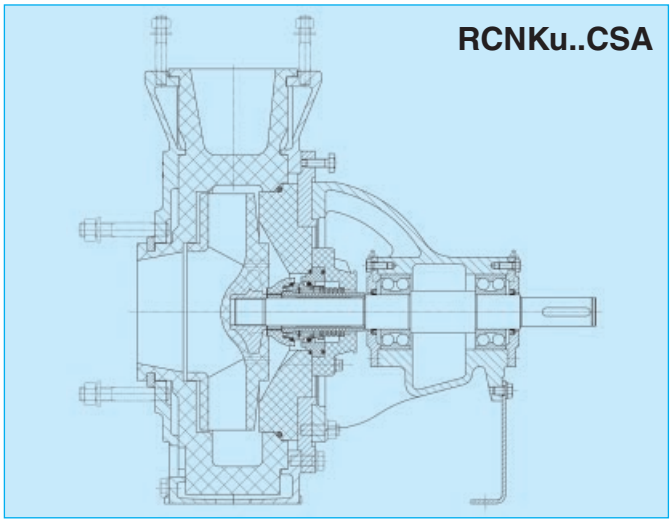
1 Adsorbenssilo
2 Elektrofilter
3 Gewebefilter
4 HCl-Wäscher
5 SO_2-Wäscher
6 Rezirkulationssilo
7 Kalksilo
8 Kalklöscher
9 Kalkmilchbehälter
10 Zusatz-Wasserbehälter
11 Prozess-Wassertank
12 Gipssuspensions-Vorlagebehälter
13 Zentrifuge
14 SCR (Selektive katalyt. Reduktion)
15 Kamin

1 Силос абсорбента
2 Электрофильтр
3 Матерчатый фильтр
4 Скруббер HCL
5 Скруббер SO2
6 Силос рециркуляции
7 Силос извести
8 Гаситель извести
9 Емкость известкового молока
10 Дополнительная емкость для воды
11 Технологическая емкость
12 Емкость гипсовой суспензии
13 Центрифуга
14 Селективная каталитическая редукция(SCR)
15 Труба

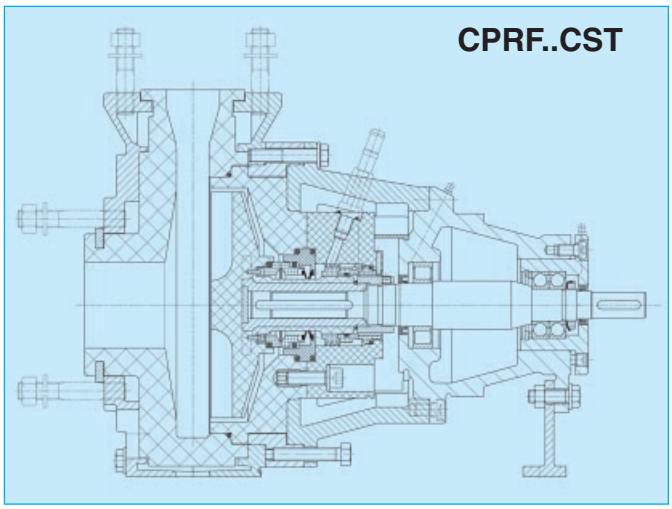


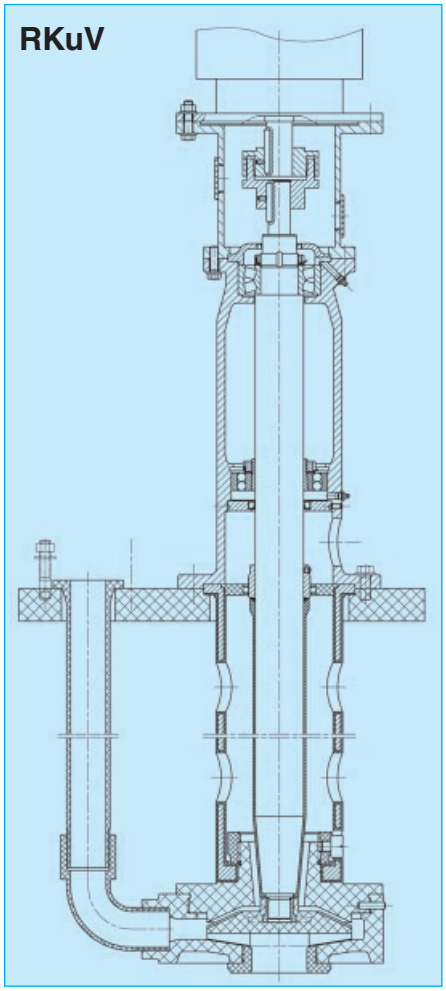
- Chemie-Normpumpen **Typ CPDR** in den Größen 50-32-160 bis 125-80-200. Q 0,5 m^3/h - 200 m^3/h, H 5 m - 100 m.
- Chemie-Normpumpen **Typ RCNKu** in den Größen 125-80-250 bis 400-400-600.
Q 60 m^3/h - 2.500 m^3/h, H 15 m bis 100 m.
- Chemie-Freistrompumpen **Typ CPRF**, Freistromvariante der Normpumpenbaureihe CPDR, zur Förderung von Medien mit erhöhten Feststoffgehalten. Das Laufrad ist aus dem Gehäusekanal herausgezogen, dadurch indirekte Energieeinleitung. Daraus ergibt sich eine deutliche Verschleißreduzierung; Föderung grober Feststoffe ist möglich.

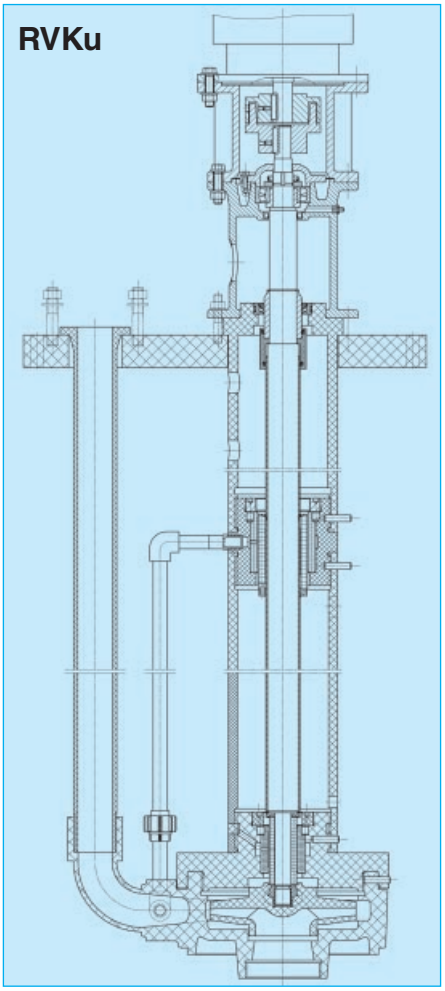
Vollgepanzerte Ausführungen. REA-Gleitringdichtung von Flowserve, Typ Allpac S, in gespülter, gequenchter und doppeltwirkender Ausführung lieferbar.
Werkstoffvarianten: PP (Standard), PE 1000 bei erhöhtem Feststoffgehalt, PVDF für extreme chemische Anforderungen



- Стандартный химический насос **типа CPDR** (типоряд от 50-32-160 и до 125-80-200. Q = 0,5 $м^3$/h - 200 $м^3$/h, H =5 м - 100 м.
- Стандартный химический насос **типа RCNKu** (типоряд от125-80-250 и до 400-400-600). Q= 60 $м^3$/h - 2.500 $м^3$/h,H =от15 м и до 100 м.
- Химический насос со свободнопроточной частью **типа CPRF**, вариант с прямоточной частью является стандартным для этого типа насосов, предназначенных для перекачки сред с большим содержанием твердых включений.
- может поставляться корпус насоса панцирный, уплотнение вала типа REA.тип Allpac S с промывкой, двойным торцовым уплотнением. Материалы: PP(стандарт),PE 1000 при высоком содержании твердых включений, PVDF – для специальных технологий огий





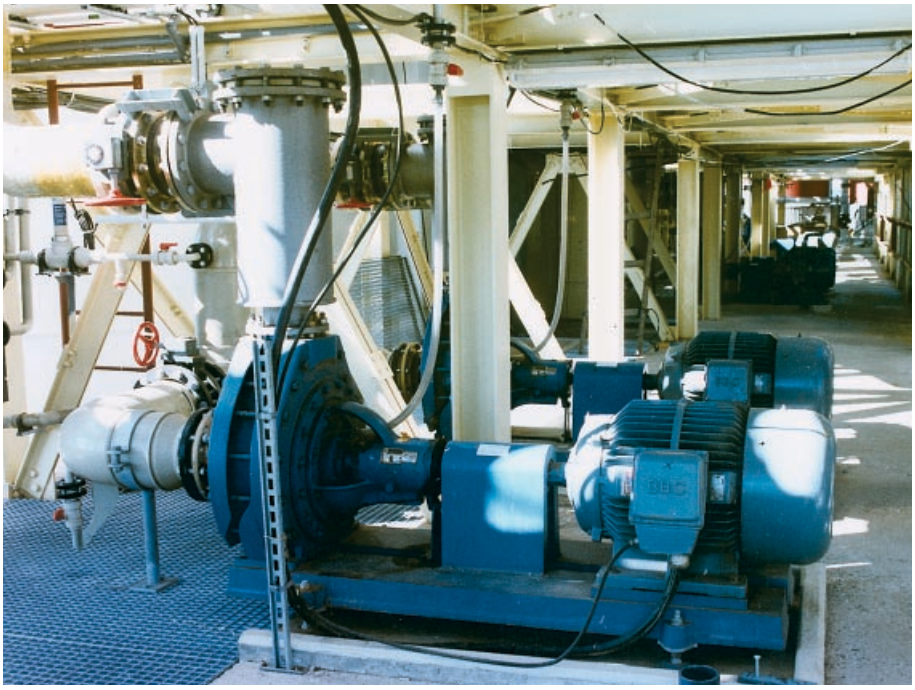


● Vertikale Chemie-Kreiselpumpen **Typ RKuV** in den Größen 32-160 bis 80-250 für Förderströme von 0,5 m^3/h bis 120 m^3/h und Förderhöhen von 3 m bis 6(m. Sondergrößen bis 150-400, auch 200-315 auf Anfrage möglich, damit $Q_{max.}$ bis 600 m^3/h.
Offenes Laufrad oder Freistromrad, weit auseinander gezogene Wälzlager, kein Gleitlager im Fördergut, druckentlasteter Wellendurchtritt, Labyrinth- oder Lippenabdichtung
Werkstoffvarianten: Mediumberührte Teeile aus massivem PP, PE, PVDF. Welle und Aufhängerohr Stahl gummiert oder andere Beschichtungen

● Центробежные химические насосы в вертикальном исполнении **типа RKuV** типоряда от 32-160 и до 80-250 с подачей от 0,5 $м^3$ и до 120 $м^3$/h и напором от 3 и до 60 м. Возможно изготовление специальных насосов 150-400 и 200-315 с подачей до 600 $м^3$/h. Открытое рабочее колесо или проточное колесо, широко расположенные подшипники качения, отсутствие подшипника скольжения в перекачиваемой среде, разгруженный выход вала, уплотнение вала – манжета или типа Labirinth.
Материалы: Части, входящие в непосредственный контакт с перекачиваемой средой, изготовлены из толстостенной пластмассы PP,PE,PVDF. Вал и подвесная труба из стали и покрыта резиной или другими полимерами.

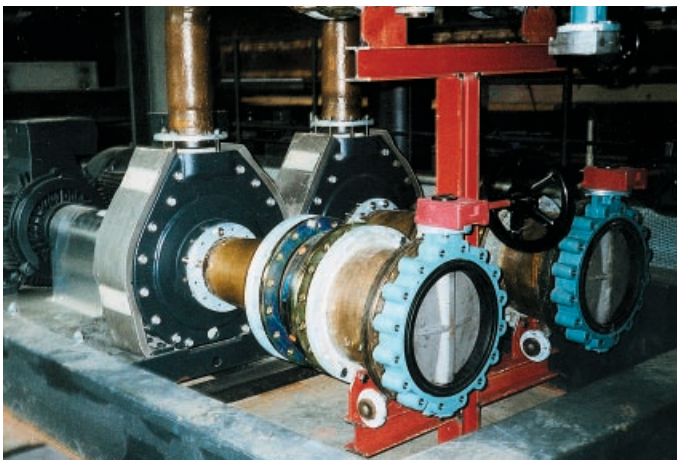
● Vertikale Chemie-Kreiselpumpen **Typ RVKu** in den Größen 32-160 bis 250-500 für Förderströme von 0,5 m^3/h bis 1.000 m^3/h und Förderhöhen von 4 m bis 70 m.
Geschlossenes Laufrad, Laufruhig durch Pendelrollenlager außerhalb der aggres-siven Zone und mediumgeschmiertes Gleitlager / Zwischenlager aus Kohle,
Keramik oder Siliziumkarbid, Wellenabdichtung durch Labyrinth- oder Lippenabdichtung, auch Gleitringdichtung möglich.
Werkstoffvarianten: Mediumberührte Teile aus massivem PP, PE, PVDF. Welle porendicht mit Kunststoff ummantelt.

● Вертикальный химический насос **типа RVKu** типоразмеры от 32-160 и до 250-500 для подачи от 0,5 $м^3$ и до 1000 $м^3$/h и напором от 4 и до 70 м. Закрытое рабочее колесо, тихий ход благодаря нефиксированному роликовому подшипнику, расположенному вне перекачиваемой среды или смазываемым рабочей средой подшипником скольжения, промежуточным угольным, керамическим или из карбида кремния подшипником, уплотнением вала – манжета, одинарное торцовое или типа Labirinht.
Материалы: Части, входящие в непосредственное соприкосновение с перекачиваемой средой, изготовлены из толстостенного PP, PE или PVDF.



Chemie-Normpumpen aus Kunststoff Typ RCNKu in der Rauchgaswäsche zweier Müllverbrennungsanlagen

Стандартный химический насос из пластмассы типа RCNKu в линии очистки топочных газов одного из заводов по утилизации мусорных отходов.



FRIATEC-Rheinhütte GmbH & Co. KG
Postfach / P.O.B. 12 05 45 • D-65083 Wiesbaden
Rheingaustr. 96-100 • D-65203 Wiesbaden
Tel. +49 (0)611/604-0 • Fax +49 (0)611/604-328
Internet: www.friatec.de • www.rheinhuette.de
e-mail: info@rheinhuette.de • service@rheinhuette.de

FRIATEC
an Aliaxis company

3.00.0015 – 0803 d-r
VIII.03 WST