

A. 3. 叶維列維赤著

污水沉渣的 排除 处理 利用

建筑工程出版社

524

5/4421

K-3

污 水 沉 渣 的 排 除 处 理 利 用

安 熊 譯
張 人 筠 校

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1957 •

內容提要 本書闡明有关污水沉渣的排除、处理及利用諸問題；叙述結構物及技术程序；列举設計計算的資料及解决污泥問題的各种方案。

本書中并对有价值的污水廢棄物怎样予以最彻底利用的各种办法，也逐一加以介紹。

本書可供下水道工程和其他衛生工程工作及研究人員的参考。

原本說明

書 名 УДАЛЕНИЕ ОБРАБОТКА И
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ
СТОЧНЫХ ВОД
著 者 А. З. Евильвич
出 版 者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре
出版地点 及 年 份 Ленинград—1954—Москва

污 水 沉 渣 的 排 除 处 理 利 用 安 熊 譯 張 人 隼 校

*

建筑工程出版社出版 (北京市阜成門外南風士路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第052号)

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書号181 字數151千字 870×1092 1/32 印張7 14/15

1957年6月第1版 1957年6月第1次印刷

印數：1-3,500册 定價 (10) 1.30元

目 次

作者的話	6
緒論 · 解決污泥問題的意义、淨治污水分出沉渣、參加 解決污泥問題的苏联學者	7

第一篇 沉渣的排除

第一章 沉渣的成分与数量	14
第一節 沉渣的分类	14
第二節 沉渣的物理机械性質:一般特性、含水量、体积、 重量、粘塑性	16
第三節 化学成分	30
第四節 細菌組成	32
第五節 沉渣的分出量	33
第二章 处理結構中沉渣的排除	37
第六節 排除方法的分类	37
第七節 柵欄所阻柵渣的排除	39
第八節 沉砂池所阻重雜質的排除	47
第九節 沉淀池或除油池所阻漂浮物質的排除	57
第一〇節 新鮮沉渣、消化沉渣与活性污泥的排除	59
第三章 处理廠沉渣的廠内运移与廠外排除	74
A. 廠内运移	74
第一一節 管槽运移	74
第一二節 斗車排除	75
第一三節 泵 抽	76
第一四節 压气法抽移	81
B. 廠外排除	83
第一五節 排除的方式	83

第一一六節	沉渣管内流态的基本結論	86
第一一七節	各种排渣方式的經濟比較	89
第一一八節	列寧格勒輸泥管的設計	93
第四章	設計与計算輸泥管及抽泥站的資料和須知	94
第一一九節	計劃任务書的內容	95
第二〇節	計算与設計輸泥管的資料	96
第二一節	設計抽泥站的資料	104
第二二節	輸泥管养护須知	115

第二篇 沉渣的處理

第二三節	处理方法的分类	117
第五章	沉渣的濃縮与消化	119
A. 濃 縮		119
第二四節	污泥濃縮池中的停蓄	119
第二五節	污泥濃縮池的計算	119
第二六節	浮选	121
B. 消 化		122
第二七節	关于結構物的一般認識	122
第二八節	沉渣攪拌	124
第二九節	甲烷池加热	129
第三〇節	含甲烷气体的集取与保存、导气管的計算	135
第三一節	甲烷池的管理	146
第六章	沉渣的干化与焚燬	149
A. 天然干化		149
第三二節	溝渠	149
第三三節	堆肥	150
第三四節	泥淀	150
第三五節	晒渣場	151
B. 沉渣的机械脫水		162
第三六節	压濾机脫水	162

第三七節	离心机脫水	162
第三八節	真空過濾机脫水	164
B.	沉渣的热力烘干与焚燬	171
第三九節	一般認識	171
第四〇節	滾軋式烘干机烘干活性污泥	172
第四一節	鼓軋式烘干机中的沉渣烘干	174
第四二節	沉渣的焚燬	176

第三篇 沉渣的利用

第四三節	污水廢棄物利用方法的分类	179
第七章	沉渣、油質及活性污泥的利用	180
第四四節	利用沉渣作为肥料	180
第四五節	利用沉渣变砂質土壤为沃地	184
第四六節	農業上利用活性污泥及污泥水的其他方法	186
第四七節	利用沉渣作为燃料	187
第四八節	油質的利用	190
第四九節	由活性污泥制取塑料	193
第五〇節	沉渣的干餾(低溫煉焦)	195
第八章	甲烷池气的利用	200
第五一節	利用气体产生热能	200
第五二節	利用气体产生机械能及电力	201
第五三節	气体在日常生活上的利用	205
第五四節	利用气体充作汽油代用品	206
第五五節	甲烷池气的化学利用	209
第五六節	气体化学利用的展望	212
第九章	結論	214
第五七節	对于解决污泥問題的总要求	214
第五八節	处理廠是否能自給自足 (G. H. 斯特罗加諾夫算例)	216
第五九節	甲烷池气各种利用方案的經濟比較	221
第六〇節	污泥問題未来发展的使命	223

作 者 的 話

污水沉渣的排除、处理和利用等問題，以往很少有人研究，就是在專業書籍中闡述得也是很淺略的。作者在本書中擬作一次嘗試，即便是局部补偿这一缺憾，而在污泥問題上能协助專業者們選擇一些正确的解决办法也是好的。这种办法应确保污水沉渣的彻底利用，进一步把处理廠由虧損轉变为自給自足，甚至变为生产国民經济必需品的有盈余的企业。

作者利用了本人研究污泥問題所得的結果，以及各个機構在这方面工作所得到的最新資料。其中有許許多多的問題，在苏联下水工程史上尚屬初次提出与解决的，当然，这一本書还未解决全部問題。

本書初稿曾經全苏上下水道科学技术协会列宁格勒分会討論，并承很多專家評閱。所有意見，作者在修訂初稿时均經考虑了。

在討論中，承М·М·斯列宁(М·М·Сленин)、Г·Г·施果林(Г·Г·Шигорин)、М·В·列琛斯基(М·В·Лещинский)、И·Б·別先森(И·Б·Песенсон)几位同志予以指正，并提供了寶貴的意見，作者謹致謝意。

本書問世，倘蒙各方賜教，作者不胜感幸，并將于再版时就所提意見加以修正。

緒 論

解决污泥問題的意義

淨治污水与分出沉渣是有連帶关系的。沉渣的分出对于处理廠經費有着决定性的影响,而且在解决沉渣的排除、处理和利用等問題中造成极大的困难。

合理解决沉渣問題这一理想,早就引起学者和專家的注意了,最近十五至二十年之間,苏联在这方面做了很重要的工作,虽然其中一部分暫時还是根据試驗室或半工廠情况 所得的資料,但現在已能給胜利解决污泥問題划出一条嶄新的路綫来了。

最近又提出把处理廠轉向自給自足,甚至轉为 盈余企业的問題〔1、2、3〕^①。

苏联給有組織而彻底地利用廢棄物創造了一切条件。

由甲烷池气中制取技术油脂动力;为了取得处理廠的热能来源,以及取得农肥,首先是郊区集体农庄和国营农庄的有价值的肥料,而排除、处理和利用污水沉渣,这在現在已完全是真正具体实现的事情了。

从甲烷池气所含二氧化碳中制取塑膠和干冰的原料以及其他化工原料,也打算利用沉渣。

因为住戶有把磨碎的固体廢棄物往下水道中拋棄的緣故,沉渣的排除、处理和利用問題就更有研究的价值了。我們这种排除住戶廢棄物的办法不过是开端,并具备了一切条件 把排除費用大而不合卫生的垃圾加以运取。随同污水进入处理廠的这种額外有机物質,使有价值的气体和肥料的获得量增高好几倍。

① 此是數字指參考書籍編號,下同。——譯注

不久的将来,污水处理廠的經費,將由城鎮預算的負擔轉向为自給自足,甚至变为替国民經济創造新財富的盈余的企业了。

淨治污水分出沉渣

住宅区和工业区所产生的污物和垃圾,可以染污水系、土壤、空气,会使人类健康蒙受損害。

与这种恶劣現象作斗争的有效方法,就是修建附有适当处理結構的下水道。

为淨治污水而修建处理廠乃是必要的。也就是使污水消除有害物質,使淨治过的水排入尾閘水系,不致危及人类的健康与活动。

处理污水,是通过各种处理結構来达到所要求的效果。选用这些处理結構时,不但要考虑污水所需淨治的程度,而且还要顧及能够利用所阻留雜質中所含价值的物質。

污水处理分为机械处理、理化处理和生物处理。

机械处理——排除污水中沉淀的和漂浮的不溶雜質时采用之。这种方法基本上就是将雜質(固态)从水(液态)中用机械方法分离出来。

污水机械处理的結構中包括:

筛柵——由污水中排除最大的漂浮体和悬游体;

沉砂池——主要阻留最重的矿物雜質;

除油池——由污水內泌除輕的漂浮油脂;

沉淀池——主要阻留低速水流下能沉落的有机悬浮雜質。

沉淀池可分成两种类型:第一种沉淀池仅进行雜質分离(水平式、立式、輻射式);第二种沉淀池中除分离雜質之外,还进行雜質的消化(腐化池、化糞池、沉淀消化池)。

用机械处理法能由污水中分出60~80%的非溶解雜質。

化学处理与理化处理——由污水中分出大部非溶解物質和膠体以及分出部分溶解物質时采用之。在这种处理中,利用化学葯剂(混凝剂)实行淨治。用这种方法能由污水中分出的非溶解物

質約85%，溶解物質約25%。

生物處理——保證高度淨治，並且能從污水中將最細小的懸浮物質、膠體以及溶解物質分出。

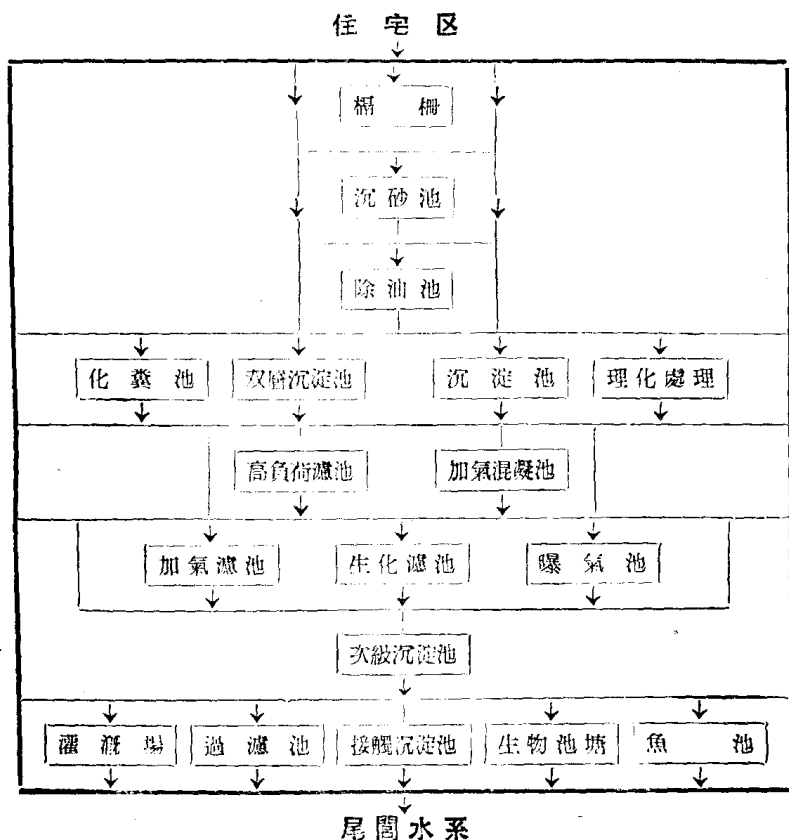


圖 1 污水處理主要結構流程圖

一切有機性的非溶解物質和溶解物質，有賴於細菌和其他生物生理活動的生化過程而氧化，變為無機物質。由於完全的生物處理，結果獲得氧氣飽和的不腐水体。

天然生物處理採用下列各種結構：灌溉場、過濾池、生物池塘。人工生物處理採用：生物濾池、加氣濾池、高負荷生物濾池、曝氣池。

C·H·斯特羅加諾夫 (C·H·Строганов) 教授在第三屆全蘇給

水及卫生工程代表大会上的报告中所提出而經 Б·О·柏图克(Б·О·Ботук)[4]略加修改的流程图(图1),关于污水处理廠的型式及各种結構可能联合的型式給了一个明晰的概念。在这个流程图上,由最粗陋的机械处理起,直到最完全的生物处理止,各种結構布置都有严格的次序。

每种处理結構的工作效率,都表现在降低污水的生化需氧量(БПК)上。

机械法处理污水,生化需氧量降低30~35%,理 化 法 降 低50~60%。

用加气混凝池或高負荷濾池处理污水,可把生化需氧量降低65~70%,而用一般生物濾池就降低85%,如系完全生物处理,可降低95~99%。

污水处理中任一步驟,都与其中污染質的分离是不可分的。同时淨化得越彻底,处理廠上积存的污染質就越多。

生活污水杂質的成分中含容易分解的有机物特別多,它的特点就在这地方。从处理廠地区排除这些杂質,往往招致极大的困难,且需大量經費。解决污泥問題,对于經營下水处理廠來說是有很大經濟价值和卫生意义的;并且这个問題应在处理結構兴建之前先予解决。

参加解决污泥問題的苏联学者

第一座人工处理結構一出現,排除污水沉渣的問題也就随着产生了。由于采用污水理化处理法,結果在沉渣排除上就产生了极大的困难(1850年)。在当时,为了縮小沉渣体积并且减少运費起見,曾实行过沉渣局部干燥(在污泥池中)。不过这个办法并没有解决了污泥問題。

有了縮小沉渣体积和改善沉渣結構的意图,于是腐化池(也叫化糞池)就应运而生了(1896年)。后来又出現了双层沉淀池(1903~1906年)。

后来,处理沉渣的技术就向着專用污泥床干化沉渣的道路上

发展了。这种处理法就是在今天仍广为应用。

同时还探求了处理时不需占大面积及長時間的沉渣人工脱水法。远在1890年时,就出现了压濾机。这种压濾机在本世紀初就讓位于离心机,而后来又 被更完善的器械——真空过濾机取而代之(1921年)。

1921~1927年間出现了极有价值的高度处理(消化)新鮮污泥的人工加热結構——甲烷池。在甲烷池中改善了沉渣結構并产生有用气体——甲烷。

极度縮小沉渣体积的意图引出了最复杂的沉渣烘干(1925年);甚至加以焚燬,以便彻底消灭沉渣。

在解决污泥問題当中,苏联科学达到了显著的成就。苏联大规模地建設下水道,仅仅在十月革命以后才开始,这是举世皆知的。

更明显地說,在革命前的年代中,只有15个都市修建了下水道,在建立苏維埃政权的三十五年中,在苏联就有200个城市和数千处工业企业和工廠区都有了下水道。处理污水这門科学在苏联非常进步,与此同时,在排除、处理和利用污水沉渣方面,也展开了广泛的研究。

М·М·德沃列茨基(М·М·Дворецкий)和К·Ф·拉集柯維(К·Ф·Разиков)工程师于1929年和1932年在莫斯科首先进行了关于用管渠就地排除沉渣(在处理廠区内)的实驗工作。

在此以前,在Д·С·彻尔凱斯(Д·С·Черкас)教授领导下曾在哈尔科夫进行了关于在处理廠地区用压气法排除沉渣的研究工作。

当建立第一条輸泥管的时候(1900年),根本沒有計算。在以后的年代中,輸泥管計算的特点是数据极其矛盾。

在苏联曾組織过用管子長距离排除沉渣問題的最根本的研究;特别是1934~1936年受俄罗斯苏維埃社会主义联盟共和国人民經濟委员会之命,在列宁格勒进行了專門的科学研究工作(根据三年計劃)。

此項工作总结,曾在設計列宁格勒及苏联其他城市的輸泥管

时予以利用。

Н.Ф.費德羅夫(Н.Ф.Федоров-1938年)、А.А.卡爾屏斯基(А.А.Карпинский-1946年)和С.А.卡扎克工程師(С.А.Казак-1948年)最近期的研究,証實了污泥在管內流動的基本結論。

蘇聯學者們非常注意在甲烷池中用生物法處理新鮮污泥。如К.Н.柯羅里柯夫(К.Н.Корольков)和Е.М.普萊斯(Е.М.Преис)在1928年就在莫斯科污水處理托辣斯的實驗室里對沉渣壓氣分解進行了深入的研究。

研究結果,確定了沉渣加熱問題、甲烷池計算及運用問題。

1934年,公用事業科學院與莫斯科污水處理托辣斯,對於促使甲烷池容積極度縮小的沉渣高溫分解情況,共同組織了廣泛的研究。

在這些研究中,包括建立試驗室監督污泥分解時的複雜生化過程在內,К.А.奧甫先尼柯娃(К.А.Овсенникова)和В.А.巴拉什(В.А.Бараш)曾盡了很大的力量。

З.А.奧爾洛夫斯基(З.А.Орловский-1935~1938年)與新進的З.А.波克羅夫斯基(З.А.Покровский-1946~1948年)在污水沉渣機械脫水方面的工作特別值得注意。這種脫水法在許多情況下可以完全代替需要大面積的污泥場。

對於高度利用沉渣所必需的热力烘乾,就是污泥問題發展的最后步驟。Н.М.波波夫(Н.М.Попов-1937年)和Е.Д.日沃托夫斯卡婭(Е.Д.Животозская-1946年)在這方向上作了極有價值的工作。

農學家П.С.薩沃斯企揚諾夫(П.С.Савостьянов)和К.Н.什維佐夫(К.Н.Щвецов)諸人,許多年來,將沉渣用到郊區蔬菜 and 畜牧業方面進行了很多的科學工作。

在莫斯科和列寧格勒實現了關於從污水和沉渣中分出油質并予以利用的重要研究。曾創制了除油池用空氣吹風的新式結構。

С.Н.斯特羅加諾夫教授首先在蘇聯提出利用剩餘活性污泥作為牲畜的蛋白飼料(1937)。在他的領導之下制定了制取飼料的

技术。

1938年,С·Н·斯特罗加諾夫教授主持进行試驗由活性污泥中提取塑料,其中有无虫膠留声机片。在这项工作中有4个科学研究机构和莫斯科塑料工厂都参加了。

在莫斯科、哈尔科夫、列宁格勒均曾組織过关于利用甲烷气及其衍生制品的广泛科学研究。像莫斯科在30年代在將醱酵气体用于瓦斯发动机方面曾进行了有成效的試驗。

在同一时期,开始了用甲烷气当作汽車运输燃料方面的研究。

1936年,莫斯科污水处理托辣斯与冷藏工业研究所共同研究由甲烷气所含二氧化碳制取干冰的專題。結果研究出制取干冰的方法。

現在由于將生活垃圾磨碎从下水道排走的緣故,利用消化沉渣和醱酵气体有了更大的价值(Г·Г·施果林—Г·Г·Щигорин、Л·М·古雪夫—Л·М·Гусев、Е·Л·日沃托夫斯卡娅諸人的著作)。

在甲烷池处理生活垃圾,使极有利用价值的气体产量格外增多。

沉渣及其处理产物能够很好的利用,还不仅上述这一些。

在利用沉渣方面的新方向,就是像Н·М·波波夫在Е·В·拉柯夫斯基(Е·В·Раковский)教授(莫斯科化工研究所)領導下的那种沉渣干餾方面的研究。

將气体用于生活需要上、用于焊接上以及用于化学工业上等等,都是发展中的远景。

尽管这些研究大多数不是尽善尽美的,可是却引起新的热心者对这一偉大事业的關懷而大大开展了污水沉渣的使用前途。

在苏联現在已經具备一切胜利解决污泥問題的条件。

第一篇 沉渣的排除

第一章 沉渣的成分与数量

第一节 沉渣的分类

处理結構所阻留的骯髒雜質，以溶解狀態及非溶解狀態存于污水中。根据斯特罗加諾夫教授的資料〔6〕，這兩種雜質在污水中的相对数量几乎是一样的。有机物在非溶解雜質中的含量，較之在溶解雜質中几乎要大1倍(图2第一行)。

图2第二行指出所有雜質按物理性狀分为可沉物質、悬游物質、膠体、溶解物質几类的百分比。图中表明了各类有机物質及无机物質的含量。若將各类中有机物質的总量(即在处理时被分解的)算作100%，再以百分数表示各类所佔的比重即如图中第三行所示。

事实上因为部分悬游物質与可沉物質一併沉下，下余部分以

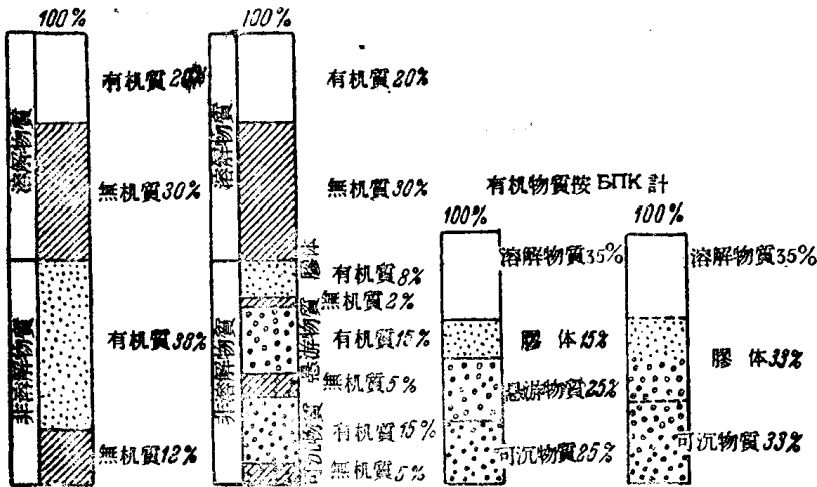


图2 污水雜質依物理性狀分类的图式(由G. H. 斯特罗加諾夫)

① 原文 Окисление 應譯氧化，但氧化不能概括一切有机物的無机化，故從今譯。——譯注

吸附或膠聚方式与膠体一同沉出，所以仅能分为三类，如图第四行所示(可沉物質、膠体、溶解物質)。前述三类的比例，在生活污水，其 БПК 平均比为1:1:1，即每一类均可按总БПК的33%計算①。

非溶解物質在流动的水中，各依其不同比重而占据不同位置，如图 3 簡示的那样。

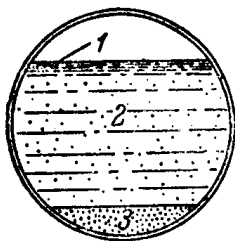


圖 3 非溶解雜質在图形溝渠內的分布

1—漂浮雜質；2—懸游雜質；3—重物質。

主要为无机来源的重物質在溝中沿底层而移动。这一类物質通常阻留在沉砂池中。

最輕的漂浮物占据污水的表层。属于这一类的首先就是油脂和纖維質。这类物質通常在沉淀池里浮起或在除油池里阻留下来。

主要为有机来源的悬游物，在溝渠中占据中层，称为沉渣。

这一类雜質在数量上是占优势的。它的体积較之重物質和漂浮物的体积要大到30~60倍。悬游物或沉渣，一般为初級沉淀池所阻留。

但是应予指明，个别顆粒在适当条件下能在水中由一种位置轉移到另一种位置，所以非溶解物質如上所述分为重物質、悬游物及漂浮物是有一定条件的。

至于說到污水所含的溶解物質，則由于生物处理的結果，以多水的細碎絮狀姿态被分出。这种絮狀物是由細菌和在机械处理結構中未被阻留下来的那些最細微的物質所形成的。

这种雜質在成分上和結構上与非溶解物質相差甚多，因此称之为污泥、活性污泥，是較为允当的。活性污泥通常被生化瀘池、加气瀘池、曝气池等后面的次級沉淀池所阻留下来。

在各种結構中(化糞池、沉淀消化池、甲烷池)消化(腐化)了的沉渣或污泥叫做消化沉渣或消化污泥。

因此根据污水穢物的物理特性，可將其分类如下：

粗物質柵欄所阻留的廢棄物；

重物質——沉砂池所阻留的雜質；

① БПК 系 Биологическая потребность в кислороде 的縮寫，應譯生化需氧量，亦可用此縮寫符號。——譯註

漂浮物——在沉淀池浮起的雜質或除油池所阻留的雜質；

懸游物——初級沉淀池所阻留的沉渣(新鮮沉渣)；

溶解物和膠體雜質——生化濾池、加氣濾池、曝氣池等后面的次級沉淀池所阻留的污泥或活性污泥；

消化沉渣——產自初級沉淀池的沉渣和產自次級沉淀池的污泥的消化污泥或消化雜質。

在后文中为了在一般情形下簡化術語起見，使用沉渣這一名詞。在這個名詞之下，有条件地理解為一切溶解及非溶解的骯髒雜質，也就是在解決污水沉渣的排除、處理和利用問題當中，最令人关心的那些穢物。

另一方面，我們還要把所有和穢物有關聯的一切事物也歸入污泥問題、污泥水以及污泥管、輸泥管等術語中。

應予指出，在分類時所列举各種雜質的成分和數量是極端形形色色的，而且主要決定于污水的成分和數量、下水道的系統、處理污水的方式及處理結構的運用方式。

第二节 沉渣的物理机械性質

一般特性

柵欄所阻留的粗物質或柵渣。柵欄阻留下的柵渣，其成分極不恒定。主要成分為偏重有機來源的大顆粒懸游物及漂浮物。這里面包括廚房殘物、纖維物質、紙張、木屑之類。

粗沉渣阻留量的多少，要看柵欄的做法怎樣，特別是依柵距的大小而定，還依污水的成分而定。

B·O·柏圖克教授認污水所含非溶解物有8~10%為柵欄所阻留。

德沃列茨基工程師就留別列茨基(Люберецы)過濾場渠道上所建三槽柵欄進行了試驗，報告廢棄物的成分如下(表1:)

表 1

柵 渣 成 分	一號柵柵距60公厘	二號柵柵距60公厘	三號柵柵距30公厘
	柵 渣 阻 留 量(以重量%計)		
針 鐵 品.....	77	74	35
廚 房 殘 物.....	10	11	32
紙 張.....	10	12	28
木 屑.....	3	3	5