

255946

污水淨化构筑物

H.C. 馬克西莫夫斯基 著

建 筑 工 程 出 版 社

141

524

5/7141

514

污 水 淨 化 构 筑 物

徐 寅 身 譯

泰 裕 珩 校

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1959 •

內容提要 本書根据苏联現有淨化站的設計和管理經驗以及苏联国内外的技术成就，闡述了在人工創設条件下污水淨化构筑物的設計經驗。

本書供从事污水淨化构筑物設計和管理的工程技術人員参考之用。

原本說明

書名: ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ

著者: Н. С. Максимовский

出版者: издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР

出版地点及年份: Москва—1956

污 水 淨 化 构 筑 物

徐寅身 譯 秦裕珩 校

*

1959年9月第1版

1959年9月第1次印刷

3,045册

850×1168 $\frac{1}{32}$ · 160千字 · 印張6 $\frac{1}{4}$ · 定价 (10) 0.99元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号: 1616

建筑工程出版社出版 (北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业營業許可証出字第052号)

目 录

原 序	(3)
第一章 概論	(5)
1. 污水及其排除	(5)
2. 排水量标准和变化系数	(6)
3. 污水流量的变化資料	(9)
第二章 污水成分	(11)
4. 污水分析指标	(11)
5. 生活粪便 (生活) 污水中的污染物質	(16)
6. 生产污水的污染物質	(19)
7. 溶液PH值的計算	(44)
8. 侵蝕性二氧化碳的計算	(46)
9. 污水硬度的計算	(48)
第三章 污水淨化的要求	(49)
10. 污水排入水体的条件	(49)
11. 污水与水体水的混合	(51)
12. 水体中污水的耗氧过程	(53)
13. 水体的中和能力	(55)
第四章 机械淨化	(58)
14. 格栅	(58)
15. 破碎机	(61)
16. 沉砂池	(63)
17. 除油池	(79)
18. 沉淀池	(81)
19. 双层沉淀池	(91)
第五章 污泥处置	(94)
20. 消化池	(94)
21. 污泥的抽升	(106)

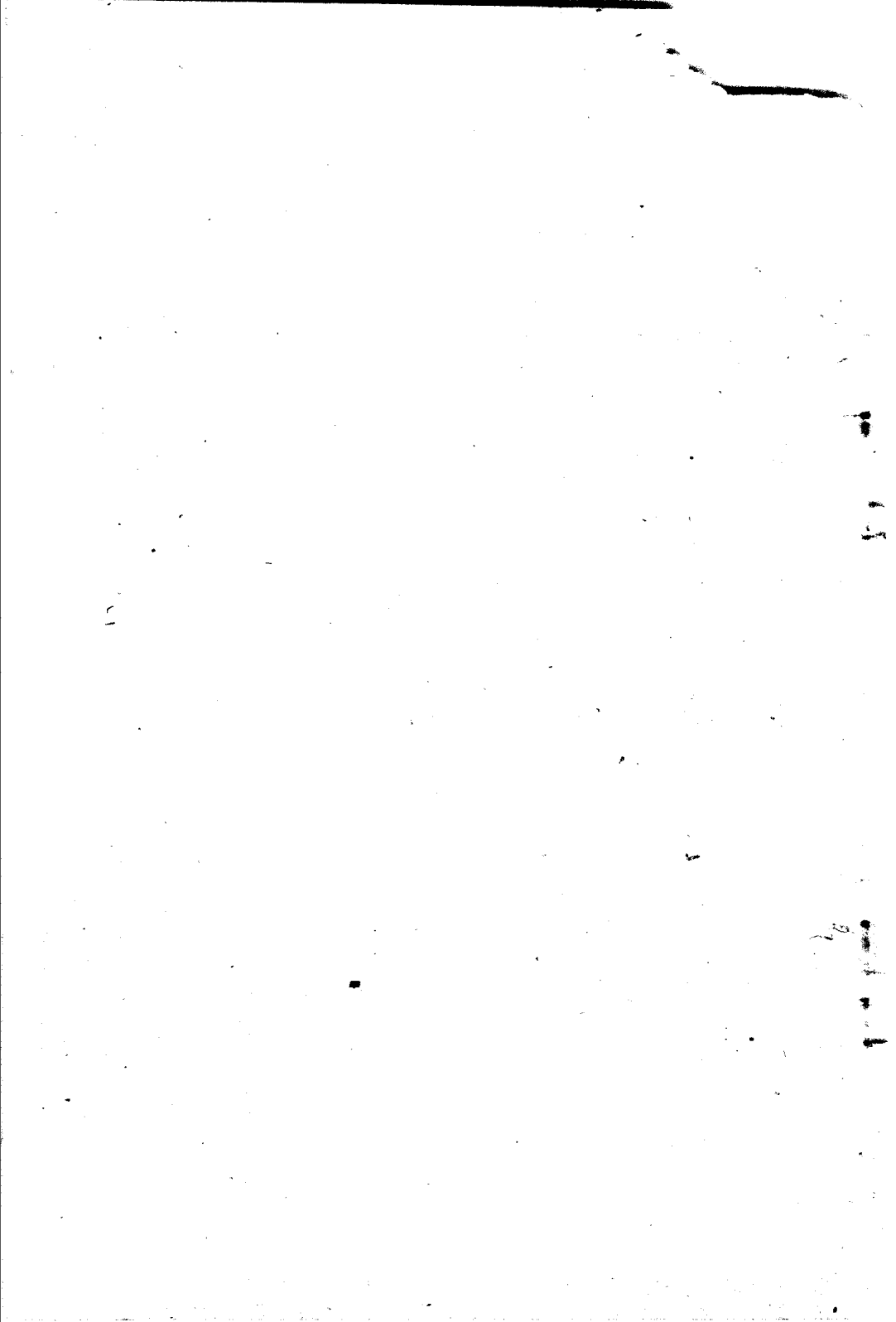
22. 污泥干化場	(107)
第六章 人工創設条件的生物淨化	(111)
23. 生物濾池	(111)
24. 加氣濾池	(129)
25. 生物濾池和加氣濾池后的二次沉淀池	(134)
26. 曝氣池	(135)
27. 曝氣池后的二次沉淀池	(153)
28. 污泥濃縮池	(157)
29. 淨化站的技术安全規程	(158)
第七章 氯化	(159)
30. 氯的性質和氯桶	(159)
31. 氯化方法	(161)
32. 氯庫	(168)
33. 接触池	(170)
第八章 水泵裝置	(170)
34. 基本計算公式	(170)
35. 水头損失計算和水泵選擇	(173)
第九章 水力計算	(181)
36. 槽、溢流堰和倒虹管的計算	(181)
37. 污水流量的計量	(184)
38. 淨化构筑物間的污水分配	(186)
第十章 污水出口	(187)
39. 排入河流的出口	(187)
40. 排入海洋的出口	(189)
附录: 輸气管的局部阻力系数	(194)
参考文献	(196)

原 序

苏联共产党第20次代表大会決議中，根据苏联国民經济发展第六个五年計劃拟定大規模地增加設有現代卫生装备（其中包括煤气和热水供应）的住宅和公用建筑面积。規定迅速地扩大下水道管網和修建用以保証水体具有必要卫生条件的污水淨化构筑物。在大河流上修建堤坝以形成有飲用价值的水庫，这样对排出污水淨化程度的卫生要求就更加提高了。

本書扼要地闡述了在人工創設条件下設計污水淨化构筑物的实际經驗，并援引了主要工艺設計方法，帶有手冊性質的标准数据和构筑物的結構原理。介紹了在作者领导下設計的現有淨化构筑物的一系列設計和管理經驗。这些淨化构筑物包括：在索契、馬采斯特、基斯洛沃德斯克、奧勒尔、弗拉基米尔、斯图平諾、加里宁格勒、莫斯科省的謝勒科沃等城以及多尔果波魯特淨化站和舒金生物站（莫斯科）。

关于利用自然条件設計生物淨化构筑物的問題，污水和沉渣的利用、小型装置、工程費和管理費等方面的問題，以及若干生产廢水淨化站的設計数据等，作者将在另外的書籍中作介紹。



第一章 概 論

1. 污 水 及 其 排 除

污水系指居民生活上和工业生产上用过的水。因此,污水內含有某些污染物質,所以应从产生的地方排除。以降水形式降落的雨水也属于污水。略为污染的生产污水称为假定淨水。假定淨水、雨水和澆洒街道的水在卫生方面的危害性并不大,所以可以直接排入水体。极其污染的污水:如生活粪便污水(生活污水)、浴室洗衣房污水、淋浴水和大多数的生产污水都可能使空气、土壤和水体受到污染。

当污水量不多而卫生設備又簡陋时,污染的污水可由專門的运输工具(穢水車)排除,而对于有相当卫生設備的建筑物且污水量相当大时,則修建下水道进行排除。

下水工程系指用以收集、排除、淨化和利用污水的整套构筑物。下水道根据所排除的污水性質可分为生活粪便污水、雨水、生产污水和合流制下水道。

目前下水道主要采用分流制,即各种不同的污水,如生活粪便污水、雨水和生产污水均建立單独的管網。

只有当生产污水中含有对下水道管網或者淨化过程有妨害的污染物質而不能将其排入生活粪便污水下水道的情况下,始得修建排除污染生产污水的独立下水道。

含有有害物質的生产污水經單独淨化后排入水体或經初步淨化后排入生活粪便污水下水道。

含有有机污染物質对共同淨化过程沒有妨害的各种生产污水均可直接排入生活粪便下水道。

在城市和居民点下水道中,总排水通常是指生活粪便污水、浴室洗衣房污水、淋浴水和生产污水的混合液。

2. 排水量标准和变化系数

当设计下水道时，对于居住于有排水设备建筑物中的居民，其排水量标准根据标准及技术规范（ННТУ132—55）^①按建筑物内部卫生设备情况来采用。这些标准列于表1。

生活粪便污水排水量标准

表 1

建筑物内部卫生设备情况	每人的排水量（公升/日）	
	平均日排水量 （一年）	最高日排水量
有室内上下水道和集中热水供应设备·····	160—210	185—240
有室内上下水道和带有煤气热水器的浴盆·····	140—170	160—190
有室内上下水道和带有木薪热水器的浴盆·····	85—120	100—140
有室内上下水道而无浴盆，但有煤气设备·····	65—110	80—130
有室内上下水道设备而无浴盆·····	50—90	65—110

上述排水量标准中包括居民各种消耗水量，其中包括澡堂、洗衣房、学校、食堂、商店、机关、娱乐场所等所消耗的水量。浇灌街道和绿化所消耗的水量不包括在此标准内。

居住于无排水设备建筑物内的居民，其污水量采用15~25公升/人/日，其中也包括社会公用企业所使用的水量。

选择排水量标准应考虑气候及其他地方条件。下水工程远景发展的排水量设计标准，根据标准及技术规范（ННТУ132—55）允许增加到15%。对于疗养地区和大行政中心有相当根据时，可采用较高的标准。

现有下水道污水流量的变化应通过几昼夜逐时流量的直接观测来确定。在观测时必须记录影响污水流量的因素（雨、融雪、给水管中断工作等），以便正确地判断所得的结果。

为了比较每日观测的结果，逐时的流量以日流量的百分数来表示。排水量时变化系数是最大时流量与平均时流量之比。平均时

① ННТУ132—55是指工业企业及其居住区外部下水道设计标准及技术规范。

——译者注

流量等于日流量的 $\frac{100}{24}=4.167\%$ 。

按观测所获得的变化系数，应考虑远期污水量的变化而加以修正，同时应以这种系数来计算总干管、主要水泵站和净化构筑物。

当事先不能确定居民生活粪便污水设计流量的变化系数时，应采用Н. Д. 多布罗霍托夫教授所建议在标准及技术规范（ННТУ132—55）和建筑法规中规定的总变化系数。这些系数列于表2。

排水量总变化系数

表 2

平均污水量 (公升/秒)	总变化系数	平均污水量 (公升/秒)	总变化系数
5 以下	2.2	350以下	1.5
15以下	2.0	500以下	1.4
30以下	1.9	800以下	1.35
50以下	1.8	1250以下	1.3
90以下	1.7	1900以下	1.25
180以下	1.6	2500以下	1.2

排出集中流量时，必须计算来自单独企业的污水量，排水量标准按表3采用。

根据对一些城市所进行的调查证明，居住于无煤气设备而有排水设备的建筑物中的居民，平均日排水量标准一般不低于100公升/人。对于有热水供应的建筑物，此项标准可大于250公升/人。普通疗养院的实际标准，每一床位为250~400公升；设备完善的疗养院，每一床位则为500~1000公升或1000公升以上。

企业工作人员的生活粪便污水量标准如下：

冷车间每人每班采用25公升，变化系数为3；

热车间每人每班采用35公升，变化系数为2.5。

每个工人使用淋浴的排水量标准规定冷车间为40公升，热车间为60公升。每班下班后使用淋浴的持续时间为45分钟，排水量

单独企业的排水量标准

表 3

企 业 名 称	計 量 單 位	最高排水量标准 (公升)
无淋浴室的公共宿舍	每日每一居住者	50—75
有淋浴室的公共宿舍	同上	75—100
有公共浴室的旅館	同上	100—120
个别房間(25%)設有浴室的旅館	同上	200—250
全部房間設有浴室的旅館	同上	250—350
普通医院、普通疗养院和休养所(有公共浴室和蓮蓬头)	每日每一床位	175—250
全部房間設有浴室的疗养院和休养所	同上	250—300
有水疗設備的医院和疗养院	同上	400—500
診療所	每一病人	15
无淋浴設備的幼儿园	每日每一兒童	75
有淋浴設備的幼儿园和托儿所	同上	100
食堂和飯館	每一顧客	18—25
非机械化的洗衣房	每一公斤干衣服	40
机械化的洗衣房	同上	60—90
澡堂(沒有浴池)	每一沐浴者	125—180
办公楼	每一工作人員	6—15
电影院和俱乐部	每 人	3—5
学校	每一学生或每一教师	15—20
車庫	{ 每輛小汽車	250—400
	{ 每輛載重汽車	400—600

的变化系数为 1。

必須排入下水道的污染生产污水量根据工业企业考虑到下水道远景发展所拟定的說明書計算。发給工业企业專門的調查表以便确定污水量及其排出情况，而在最大的企业中則要进行調查。当整理調查表資料时，应与用戶按水表的讀数的实际用水量資料相比較。

对于正在进行設計的企业，由設計單位根据工艺計算填写調查表，如果缺乏这种設計时，污水量可根据类似企业單位产品水量消耗的标准采用。

城市或居住区現有下水道的总污水量应根据直接观测确定，

并根据下水道对象实际需水量資料进行对照。

用戶的資料由調查人員填寫在專門的調查表中。調查表格式採用如下：

編号	用戶名称 及 地 址	用 水 量 (立方公尺/月)	人 数	流量計算方法	附 注
1	2	3	4	5	6

表格的第四栏內，对于医院、疗养院和休养所要表明床位数量并单独表明服务人員的数量；对于机关和企业要表明工作人員的数量；对于公用企业則要表明供应能力。

表格的第五栏內标明水量的計算方法——是根据水表讀数，还是根据标准計算。

在附注栏內注明是否有浴盆、煤气、热水供应等设备的补充資料。

生产污水的变化系数和排出情况可根据技术操作过程的資料确定，并且要考虑工业企业本身的发展远景。如果工业企业为数不多，同时按其污水量而言这些企业又是全部所設計下水道的主要用戶，在这种情况下，必須要有污水流量的变化曲綫以便正确地确定最大时流量。

城市的总变化系数取决于日流量值、供水保証程度、居民生活方式、工业企业工作情况、卫生设备的漏水值以及管綫的形式、長度、坡度以及其他因素。

3. 污水流量的变化資料

每日逐时的污水流量可根据与变化系数相同的因素确定。根据各城市实际流量曲綫的比較，表明流量曲綫各有很大的不同特点，因此，在設計現有下水道的淨化构筑物时，必須研究污水流

污水流量观测资料 表 4

晝 夜 各小时	以日流量百分数表示的城市污水流量							
	图拉 (1936)	加里宁 (1953.9.30)	耶先图基 (1951.8.5)	索奇 (1951.5.31)	顿河罗 斯托夫 (1939)	基斯洛沃 斯克 (1954.8.22)	波亚蒂尔 斯克 (1948.8.15)	热列兹诺沃 德斯克 (1939.8.28)
0-1	1.4	4.83	3.15	1.47	3.1	2.42	2.9	2.01
1-2	1.7	4.83	2.07	1.48	2.7	2.2	2.9	1.43
2-3	2.0	4.27	2.07	2.95	2.3	1.7	3.01	0.90
3-4	2.5	4.02	1.57	2.95	2.5	1.28	2.9	0.90
4-5	3.7	4.14	1.57	2.95	3.3	2.42	3.9	3.42
5-6	3.7	4.33	1.63	2.95	3.3	2.42	3.72	3.72
6-7	4.5	2.95	1.63	5.90	3.3	3.72	5.06	6.97
7-8	4.5	3.63	4.16	4.4	4.9	5.32	5.27	3.42
8-9	5.0	4.38	4.16	5.9	5.0	7.13	5.85	4.28
9-10	6.1	4.38	6.29	5.9	5.2	7.13	5.85	5.16
10-11	6.1	4.38	5.67	5.9	4.8	7.13	5.65	5.16
11-12	6.1	4.38	6.29	5.9	4.9	7.13	5.27	9.48
12-13	5.5	4.38	6.29	4.4	4.8	7.13	5.65	8.69
13-14	4.5	4.15	5.03	4.4	4.5	5.34	5.27	6.97
14-15	5.0	3.94	5.03	4.4	4.6	4.68	3.72	5.16
15-16	5.5	3.94	5.03	4.4	4.9	4.03	3.90	5.16
16-17	5.5	3.94	5.03	2.95	4.9	3.72	3.90	4.28
17-18	5.5	3.94	5.03	4.4	4.8	2.93	3.90	2.72
18-19	5.0	3.94	5.03	4.4	4.7	3.72	3.90	2.72
19-20	4.5	3.94	5.03	4.4	4.8	3.71	3.90	4.28
20-21	3.7	3.94	5.03	4.4	4.6	4.03	4.06	5.15
21-22	3.3	3.94	5.03	4.4	4.2	4.30	3.72	4.28
22-23	2.5	4.60	5.03	4.4	4.2	4.70	2.90	2.72
23-24	2.2	4.83	3.15	4.4	3.7	3.71	2.90	2.02
观测的 K_{vac}	1.46	1.16	1.51	1.42	1.25	1.71	1.4	2.27
按表2的 $K_{обм}$	1.50	1.4	1.9	1.5	1.35	1.6	1.6	2.0

入的实际情况。

在長時間內，整理各处下水道实际資料可以証明最大变化系数发生于日流量最小的那几天。表 4 所列为某些城市每日逐时对实际污水量观测的結果，并折合为晝夜流量的百分数，同时并将所得的时变化系数与表 2 的变化系数作了比較。

表 4 所列的各城市的日变化系数介于1.1—1.2之間。大部分城市的最大排水量的日子是星期六。

表 4 的資料着重指出了各个城市排水性質的不同特点和进行类比的困难。

第二章 污水成分

4. 污水分析指标

市政污水的成分和濃度主要是根据排水量标准、生产污水的数量和性質确定的。

污水中的污染物質可以分为不溶解物質、悬游物質、胶状物質和溶解物質。所有这些物質或为无机物質或为有机物質。在污水中亦含有大量的細菌。

生活糞便污水中无机污染物質和有机污染物質量的約略比例关系示于表 5。

生活糞便污水的污染物質（根据 C·H·斯特罗加諾夫）

表 5

污染物質的性質	污 染 物 質 的 分 配 (%)				
	不溶解物質 (沉渣)	悬游物質	胶状物質	溶解物質	共 計
无机物質.....	5	5	2	30	42
有机物質.....	15	15	8	20	58

对于已经确定排水量的现有下水道的净化构筑物可根据总排水的分析设计。污水浓度在昼夜各时和逐月都发生着变化。所以为了判断总排水的水质必须要有长时期内日平均污水试样的分析资料。

污水的分析包括下列各项：水温、颜色、嗅、透明度、污泥的体积和重量、悬游物的重量和灼热减量、固形物和灼热减量、氧化能力、化学需氧量（ХПК）、生化需氧量（БПК）、总氮和氨盐、介质反应（pH）：酸度或硷度、氯化物、磷酸盐、硫酸盐。

除了化学指标以外，还测定污水中的细菌含量。

此外，在净化污水中测定稳定度、亚硝酸盐、硝酸盐和溶解氧。

在生产污水中也必须测定对总排水和净化过程有影响的物质，这些物质包括：酸、硷、酚、氰化物、硫氰化物、重金属盐等。

各种分析的方法叙述于有关的手册中。

透明度用斯涅連鉛字法，以刻度圆筒内的水层高度（公分）测定。

测定污泥体积系用专门的圆筒，其下部刻有以毫升为单位的刻度，根据污水在筒内沉淀二小时的结果测定（毫升/公升）。污泥重量（毫克/公升）由沉淀下来的物质经烘干和称量以后得到。

测定悬游物的重量（毫克/公升）系将水样经过无灰滤纸过滤，然后将截留的物质在105°C情况下烘干到固定重量。

莫斯科净化站的工作实践证明，沉淀池截留的污泥量实际上比按分析资料计算所得的悬游物量要大10—20%。在设计污泥设备时这种情况必须考虑进去。

灼热减量（毫克/公升）系将干燥的悬游物置于600°C高温下烧灼而得。

固形物或蒸发残渣（毫克/公升）系用1公升水在温度为

105°C 的情況下蒸發方法或最后秤其所得的殘渣來測定。

氧化能力 (毫克/公升) 系指氧化污水中易于氧化的污染物質所需的氧量。氧化能力的測定通常系根據庫別列法在有硫酸的情況下用高錳酸鉀除去污染物質。測定本身是一種假定，因為它只反映出污水中污染物質礦化所需的部分氧量。

化學需氧量 (X П К) 系指污水中污染物質完全氧化所需的氧量 (毫克/公升)。

測定化學需氧量系在10毫升污水中加入1—2克化學純淨的碘酸鉀 (KIO_3)^① 和30毫升化學純淨的濃硫酸并煮沸，直到碘氣停止離析為止。由於反應的結果有機化合物氮和氫結合，并从生成的氨 (NH_3) 中分離轉變為硫酸銨。剩余的氫氧化為水，碳氧化為二氧化碳，有機硫氧化為硫酸酐 (SO_3)。在進行這種氧化時可以利用有機化合物中的氧以及碘化鉀中的氧。碘酸鉀的消耗量根據碳、硫和氫氧化所需之氧量與污水中有機物質所含氧量之差確定。

生化需氧量 (Б П К) 系指好氣菌氧化污水中所含有機物所需要的氧量 (毫克/公升)。

測定生化需氧量系在溫度20°C時用加入碳酸氫鈉或磷酸鹽的蒸餾水稀釋試驗污水。Б П К值根據試驗水樣在分析開始和結束時溶解氧含量之差確定，同時考慮水樣的稀釋。

生活糞便污水全部耗氧過程約需經過20天，此耗氧數量即為總生化需氧量。在實際測定中進行5天，即為五日生化需氧量—Б П К₅。這就有可能在較短的時間內得到生化需氧量的值。莫斯科污水的五日生化需氧量為總生化需氧量的88—95%。

測定生產污水的五日生化需氧量常常是不可靠的，因為各種生產污水的耗氧過程都有其一定的特點。因此對於工業污水在硝化以前必須測定總生化需氧量。各種生產污水水樣的培養期各不相同。

① 原書誤為 KJO_3 。——譯者注

生活粪便污水的耗氧过程接近于單分子反应的过程，当耗氧常数 $K=0.1$ 时，耗氧量占全部耗氧量的百分比为：

耗氧过程 (日)	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
耗氧量占全部 耗氧量的%	11	21	37	50	60	68	75	80	84	87	90	96	99

污水的氧化能力和B П K的数值存在着直接关系。根据E.C. 波波夫的材料，粪便污水的氧化能力約为总生化需氧量的30%。

稳定性或相对稳定性是說明液体的不腐敗性；稳定性以百分比表示并說明液体中呈溶液状态或呈亞硝酸盐和硝酸盐状态的含氧量（1毫克硝酸氮分离出2.85毫克氧，而1毫克亞硝酸氮分离出1.71毫克氧）对完全氧化污水所需氧量的比值。

稳定性于温度为 20°C 的条件下測定；將0.4毫升的亞甲基藍色溶液加入盛有150毫升試驗（淨化）污水的管瓶內，利用全部氧量使藍色褪。

污 水 稳 定 性

表 6

腐化時間(日)	稳定性(%)	腐化時間(日)	稳定性(%)
0.5	11	8	84
1.0	21	9	87
1.5	30	10	90
2.0	37	11	92
2.5	44	12	94
3.0	50	13	95
4.0	60	14	96
5.0	68	16	97
6.0	75	18	98
7.0	80	20	99