

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Сахарная
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Ежемесячный
научно-технический и
производственный журнал

ГОД ИЗДАНИЯ XL

Орган Министерства пищевой промышленности СССР
и Центрального правления научно-технического общества пищевой промышленности

№ 10

Октябрь

1966

Применение гидроциклонов для очистки транспортно-моечной воды

З. С. ШЛИПЧЕНКО, И. К. МОУЗ, Н. Г. КРЕСАН
КТИПП

В 1963—1964 гг. на Григоровском сахарном заводе была построена станция для очистки транспортно-моечных вод, оборудованная батареями из 8 гидроциклонов.

Освоить эту станцию и ввести ее в нормальную эксплуатацию в производственный сезон 1964/65 г. не удалось из-за неравномерной и неустойчивой работы гидроциклонов, неудовлетворительного отделения грязи, непрерывного засорения входных и грязевых насадков, частого засорения рабочих колес центробежных насосов 8НДв, подающих осветленную воду на гидротранспортеры.

Завод вынужден был на ходу изготовить обходной трубопровод, исключить очистку транспортно-моечной воды на гидроциклонах и по-

давать ее непосредственно в оборот на гидротранспортеры.

В 1965 г. сотрудники лаборатории гидравлики и гидравлических машин КТИППа исследовали работу гидроциклонной установки Григоровского сахарного завода.

В задачи исследования входило изучение затруднений в работе существующей гидроциклонной установки; получение данных о производительности и эффективности работы гидроциклонов в различных режимах давления и при различных условиях удаления грязи; анализ

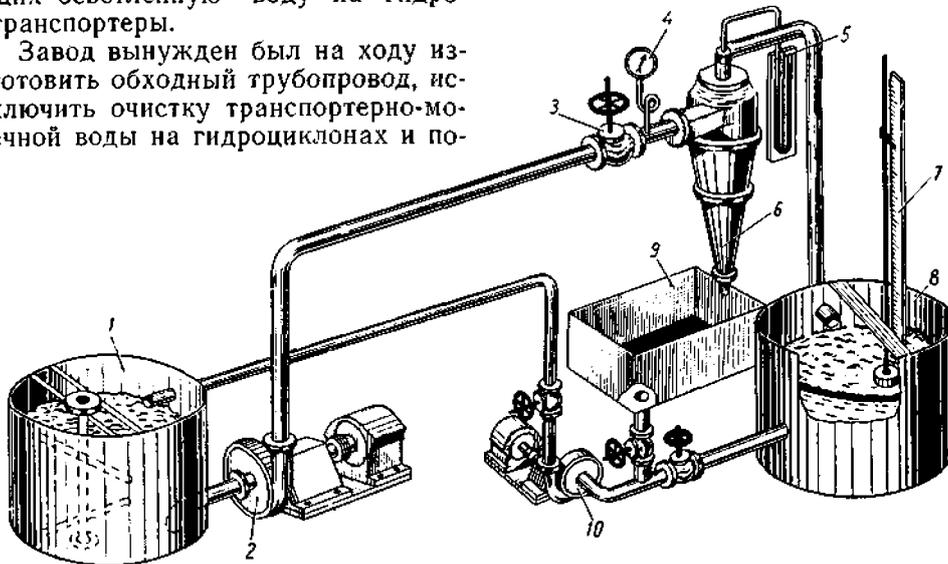


Рис. 1. Схема установки одного гидроциклона:

1 — сборник транспортно-моечной воды; 2 — насос С0Т-150; 3 — регулирующая задвижка; 4 — манометр; 5 — мановакуумметр; 6 — гидроциклон; 7 — поплавковое приспособление с измерительной шкалой; 8 — сборник осветленных вод; 9 — мерный сборник схода; 10 — насос 4НФ.

результатов испытания и установление оптимальных условий работы гидроциклонов; ликвидация устранимых недостатков, обнаруженных при исследовании; составление рекомендаций для обеспечения оптимальных условий работы установки и разработка мероприятий по ее совершенствованию.

Были испытаны две установки.

Первую установку (рис. 1) испытывали в летний период (июнь-июль) с целью выяснения оптимальных условий: давления транспортерно-моечной воды перед гидроциклонами; отвода осветленных вод (длина погружения сливного патрубка внутрь гидроциклона — $l_{сл}$); удаления грязи (диаметр нижнего насадка для удаления грязи-схода — $d_{сх}$).

Под оптимальными условиями работы гидроциклонов понимают такие условия, при которых обеспечиваются достаточная производительность и максимальный эффект очистки транспортерно-моечной воды.

Испытываемый гидроциклон (рис. 2) имел следующую техническую характеристику:

Диаметр цилиндрической части D , мм	500
Высота цилиндрической части H , мм	350
Диаметр сливного патрубка $d_{сл}$, мм	110
Высота конической части $H_{к. ч.}$, мм	1220

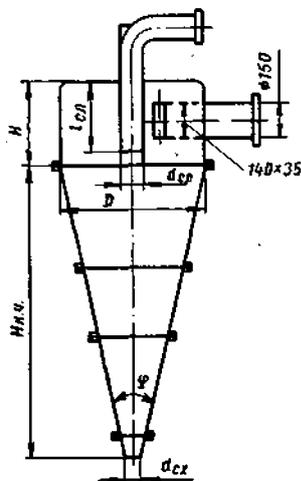


Рис. 2. Гидроциклон для очистки транспортерно-моечной воды.

Выходное сечение сопла, мм	140×35
Эквивалентный диаметр $d_{вх}$, мм	78
Угол конической части φ	19°

Были испытаны сливные патрубки длиной 400—360—335 и 300 мм и грязевые насадки диаметром 20—25—30 и 35 мм.

На основании лабораторных анализов отобранных проб определяли эффект очистки транспортерно-моечной воды (условной)

$$\mathcal{E} = \frac{q_{исх} - q_{осв}}{q_{исх}} \cdot 100\%,$$

где $q_{исх}$ — содержание сухих веществ в исходной транспортерно-моечной воде, г/л;

$q_{осв}$ — содержание сухих веществ в осветленной воде, г/л.

В начале исследования опыты проводили при давлении 1—1,5, 2,0—2,5 и 3 атм, а в последующем только при 1,5—2,0 и 2,5 атм, так как при более низком давлении получали слишком жидкую грязь, а при более высоком давлении — слишком густую, трудно удаляющуюся из гидроциклона.

Наивысший эффект очистки получен при длине сливного патрубка 335 мм и диаметре грязевого насадка 35 мм. При этом производительность гидроциклона колебалась от 130 до 176 м³/ч, а эффект очистки — от 37,8 до 41,4%.

Результаты этих испытаний были учтены при подготовке к производственным испытаниям гидроциклонной установки, состоящей из 8 гидроциклонов, которые провели в сентябре — октябре 1965 г.

Вторая установка относится к обычным производственным установкам (рис. 3), которые сооружены на Григоровском, Корнинском, Хмельницком и других заводах. Предварительно в ремонтный период завод принял меры к устранению попадания в транспортерно-моечные воды крупных примесей свекловичных хвостиков, камней и др.

Для регулирования давления транспортерно-моечной воды перед

каждым гидроциклоном после задвижки установили манометры. Входные чугунные сопла тщательно подогнали в гнездах. Устранили также причины заиливания сосунов и засорения рабочих колес насосов осветленной воды, для чего в сборнике осветленной воды установили мешательный прибор, а в насосах применили рабочие колеса открытого типа.

Методика исследования установки, состоящей из 8 гидроциклонов, принципиально не отличается от методики исследования одного гидроциклона. Изменились лишь масштабы измеряемых величин, а поэтому и способы измерения ряда элементов исследования. Так, количество осветленной гидроциклонами транспортно-моечной воды определялось измерительным резервуаром с водосливом (см. рис. 3 и рис. 4), а количество грязи объемным способом при помощи мерного сборника 9 емкостью 6,4 м³. Во время испытания грязь из гидроциклонов

спускали в этот сборник по специальным отводам.

Производственные испытания проводили при длине сливного патрубка 335 мм, диаметрах грязевых насадков 35 и 40 мм и давлении транспортно-моечной воды перед входом в гидроциклоны 2,5; 2,0; 1,5; 1,0 и 0,5 атм.

Для проведения опыта необходимо было открыть задвижку 12 и закрыть задвижку 11 (см. рис. 3). В этом случае осветленная в гидроциклонах транспортно-моечная вода направлялась в резервуар с измерительным водосливом 14. Показания шкалы уровнемера перед измерительным водосливом фиксировали каждые 30 сек. Для анализа отбирали пробы транспортно-моечной, осветленной вод и грязи.

Испытания дали основание рекомендовать следующие условия и режим работы установки: длина сливного патрубка 335 мм, диаметр грязевых насадков 35—40 мм, давление нагнетания в гидроциклоны около

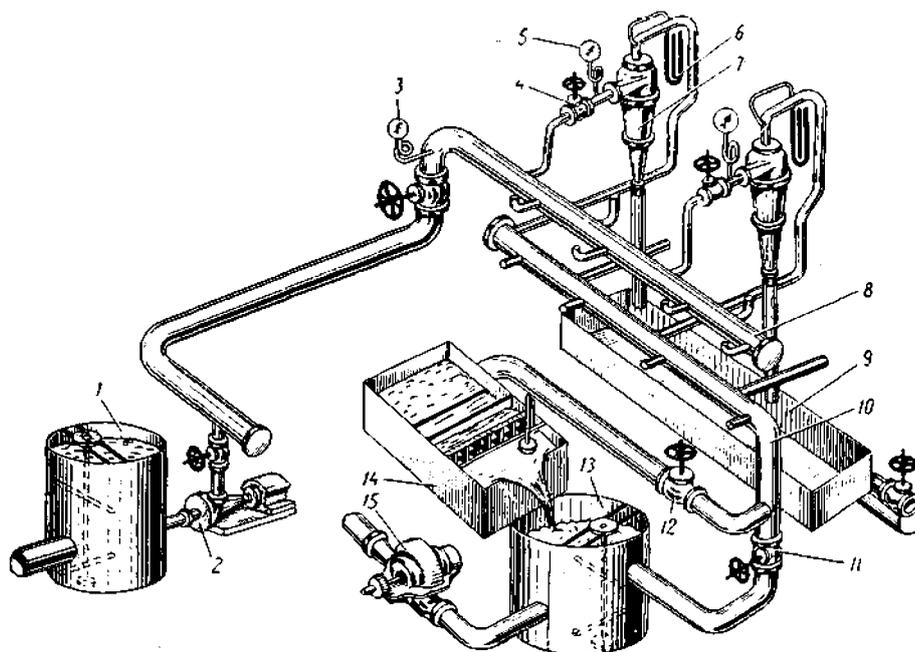


Рис. 3. Схема установки гидроциклонов:

1 — сборник транспортно-моечной воды; 2 — насос 8НФ; 3 — манометр; 4 — регулирующая задвижка; 5 — манометр; 6 — мановакуумметр; 7 — гидроциклон; 8 — коллектор транспортно-моечной воды перед гидроциклонами; 9 — мерный сборник схода; 10 — коллектор осветленной воды; 11 и 12 — задвижки; 13 — сборник осветленной воды; 14 — измерительный резервуар с водосливом; 15 — насос осветленной воды 8НД.

2 атм. При этом производительность одного гидроциклона по исходной транспортно-моечной воде составит $130 \text{ м}^3/\text{ч}$, в том числе по сливу $126,7 \text{ м}^3/\text{ч}$, по сходу $3,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, эффект очистки — 39%. При среднем расходе воды, который зафиксирован на заводе 750% к весу переработанной свеклы, в работе постоянно будут находиться 3 гидроциклона, а количество схода (грязи) после гидроциклонов до его разбавления в желобе для транспортировки в ирригационную мешалку составит 19% к весу свеклы. Степень разбавления равна примерно 5:1.

Для сравнения в табл. 1 приведены данные о работе гидроциклонов при тех же условиях, за исключением режима давления.

Гранулометрический анализ сухого осадка транспортно-моечной воды и осветленной воды (слива), а также схода (грязи) производили периодически седиментационным и пипеточным методами.

Гранулометрический состав осадка, определенный седиментацион-

ным методом, приведен в табл. 2, пипеточным методом — в табл. 3.

Несмотря на созданные благоприятные условия для работы гидроциклонной установки, продолжительные испытания не показали высокого эффекта осветления, для оптимальных условий он не превышал 39%.

В последние годы в печати сообщалось [3—5] о работах профессора С. Беднарского, его сотрудников и др. в области применения гидроциклонных установок в Польской Народной Республике. Так, авторы отмечают, что при оптимальном давлении подачи воды 2—3 атм и при условии, что свекла выращена на супесчаной почве, степень очистки транспортно-моечной воды на гидроциклонах составит 90—95%, а при выращивании свеклы на глинисто-иловых почвах — 80—90%. Сообщается, что примененные гидроциклоны были конструктивно совершенны, что разработаны на основании многолетних лабораторных опытов, подтвержденных производственными испытаниями.

Следует заметить, что при столь высокой степени очистки в гидроциклонах предусматривается обязательная доочистка осветленной воды в отстойниках или мультициклонах.

В других работах [1, 2] ссылаются главным образом на опыт Хмельницкого сахарного завода. По утверждению авторов этих работ эффект очистки составлял 100% и затраты ручного труда полностью исключены.

Действительно на Хмельницком сахарном заводе по сравнению с другими заводами эксплуатации гидроциклонов уделяют больше внимания. Кроме сменных рабочих, выделен квалифицированный мастер-бригадир гидроциклонной установки. Гидроциклоны работают устойчиво. Однако эффект их работы недостаточный, велика доля ручного труда при их обслуживании. Так, в моечном отделении решетку для улавливания хвостиков из транспортно-моечной воды перед гидроциклонами вручную чистит специальный рабочий.

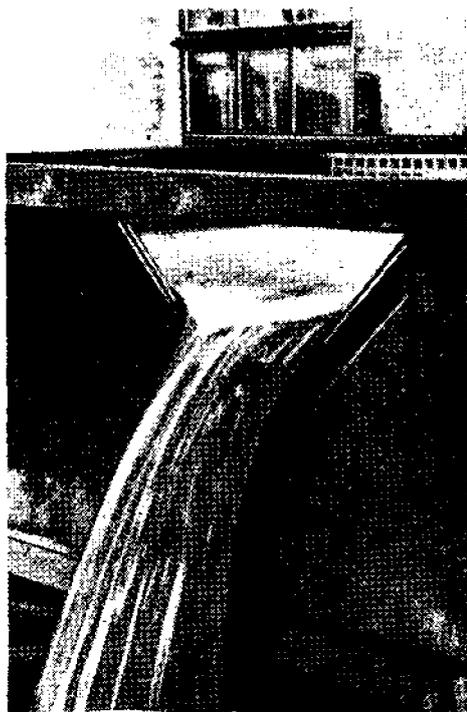


Рис. 4. Измерительный резервуар с водосливом.

Таблица 1

Давление, атм	Производительность (м ³ /ч) одного гидроциклона по			Количество постоянно работающих гидроциклонов	Количество удаленного схода, % к весу свеклы	Эффект очистки, %
	транспортно-моечной воде	сливу	сходу			
2,5	150	117,3	2,7	3	15,55	34,4
2,0	130	126,7	3,3	3	19,0	39,0
1,5	110	105,5	4,5	3—4	30,3	29,0
1,0	95	89,5	5,5	4	42,3	25,5
0,5	48	42,5	5,5	8	80,8	23,5

На пути от моечного отделения до гидроциклонов установлен дополнительный механический ротационный хвостикоулавливатель. Насосы осветленной воды 8НДв забиваются мелкими травянистыми хвостиками, которые продавливаются через решетки. Через каждые 2—3 ч приходится останавливать работающий насос, снимать крышку и очищать рабочее колесо. Из сборника осветленной воды приходится

часто сбрасывать воду, удалять 30—40 м³ грязи, которая заливает сосуны насосов осветленной воды. Для выполнения этой работы используют специально прикрепленный грейферный кран.

По данным ВНИИСПа, эффект очистки транспортно-моечной воды в марте 1965 г. был незначительным — 14—25%. Сделанный нами анализ отобранных проб в начале октября 1965 г. показал незначительный эффект очистки — 23,3%.

На Корнинском сахарном заводе Житомирского сахаротреста установлено 8 гидроциклонов диаметром 500 мм, работа которых регулируется вручную в зависимости от консистенции грязи, выходящей из нижних насадков. Осветленная вода после гидроциклонов попадает в канаву-отстойник длиной около 250 м и шириной 7 м. Глубина заполнения более 2 м.

По данным завода в течение производственного сезона 1964/65 г. переработано 1668 тыс. ц свеклы. Из поступившей на завод свеклы при загрязненности ее 6,4% необ-

Таблица 2

Сухой осадок	Количество фракций (в % к общему количеству осадка) при крупности частиц	
	от 0,2 до 0,02 мм	от 0,02 мм и меньше
Транспортно-моечной воды	31,96	68,4
Осветленной воды (слива)	27,58	72,42
Грязи (схода)	47,8	52,2

Таблица 3

Сухой осадок	Количество фракций (в % к общему количеству осадка) при крупности частиц					
	0,5—0,25 мм	0,25—0,1 мм	0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	меньше 0,005 мм
Транспортно-моечной воды	1,9	8,1	36,0	23,0	22,6	3,4
Осветленной воды (слива)	0,6	15,4	4,0	56,0	15,0	9,0
Грязи (схода)	0,8	18,2	14,0	56,0	5,0	6,0

ходимо удалить $10,7$ тыс. m
 $\left(\frac{1668}{10 \cdot 100} \cdot 6,4\right)$ земли.

По учету количества грязи, вывезенной из отстойников, получается, что за сезон гидроциклоны отделили примерно 2700 т, или 25% земли, поступившей со свеклой главным образом в виде песка. Остальные 75% земли в виде грязи уловлены в отстойнике после гидроциклонов.

Таким образом, проведенные заводские испытания на Григоровском сахарном заводе и изучение опыта работы гидроциклонов на Хмельницком и Корнинском сахарных заводах не дают оснований для положительной оценки применения гидроциклонов с целью очистки транспортно-моечной воды. При этом имеются в виду конструкции, схемы и условия работы, примененные на этих заводах.

Обстоятельная работа лаборатории водного хозяйства ЦИНСа, выполненная в $1958-1959$ г., частично посвящена исследованию гидроциклонов по очистке транспортно-моечных вод. Эта работа также не содержит достаточно надежных данных, чтобы рекомендовать широко внедрять гидроциклонные установки в сахарную промышленность для очистки транспортно-моечных вод.

На основании проведенных испытаний можно сделать следующие выводы.

В принципе очистка транспортно-моечных вод на гидроциклонах является прогрессивной, так как фактор разделения (для идеальных условий) по сравнению с отстойниками во много раз больше. Так, для гидроциклонов с диаметром 500 мм при давлении $1,5$ атм на входе в гидроциклон фактор разделения v^2/rg равен 120 , а при 2 атм — 160 .

К сожалению, конструктивные формы и технические условия производства пока не позволяют успешно использовать это преимущество.

Существующие гидроциклонные установки для очистки транспортно-моечных вод следует безусловно использовать.

Для улучшения их работы необходимо выполнить, по крайней мере, следующие мероприятия:

устранить попадание в транспортно-моечную воду крупных примесей. Для этого нужно тщательно закрыть все отводные каналы моечного отделения диффузионными ситами, а где имеются ротационные хвостикоулавливатели, установить сита с отверстиями диаметром 8 мм; закрыть доступ в коллектор транспортно-моечной воды нефилтрованным сбросам других источников;

регулировать давление перед входными соплами по показаниям индивидуальных манометров после задвижек на каждом гидроциклоне. Другие методы регулирования, например регулирование по видимой консистенции выходящей из гидроциклона грязи, следует избегать;

тщательно подгонять входные сопла в соответствующих гнездах патрубков для обеспечения входа транспортно-моечной воды в гидроциклоны строго по касательной; установить люки перед входными соплами для периодической чистки сопел без разборки трубопроводов; установить мешалки в сборниках осветленной воды;

применять рабочие колеса открытого типа в насосах, перекачивающих осветленную воду; в случае частого засорения сосунов, удалить их и вести перекачку без сосунов;

демонтировать песколовушки (там, где они имеются) перед гидроциклонами, так как они значительно ухудшают работу гидроциклонов, исключая один из важнейших положительных факторов процесса — солидарное осаждение;

обеспечить непрерывное квалифицированное обслуживание гидроциклонов, соблюдая оптимальный режим их работы.

На заводах, где имеются условия для доочистки осветленных вод после гидроциклонов в отстойнике необходимо производить такую доочистку, применяя ее как полезно-вынужденное мероприятие. В общем же опыты показали, что осветленная в гидроциклонах транспортно-моечная вода отстаивает

ся быстрее, чем осветленная. Причины этого явления заключаются также в отсутствии солидарного осаждения.

Дальнейшее строительство гидроциклонных установок в соответствии с решением Всесоюзной научно-технической конференции от 20—23 апреля 1965 г. можно считать целесообразным только после всесторонних фундаментальных исследований и создания условий, при которых действительный эффект осветления на производственных гидроциклонных установках увеличится хотя бы до 70—80%.

Проведение таких исследований целесообразно и с точки зрения со-

вершенствования существующих установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлева З. Д. Гидроциклоны в сахарной промышленности. ЦИТИПищепром, 1963.
2. Шахнович Б. М., Пастухов О. Л. Опыт очистки транспортно-моечных вод на гидроциклонных установках. «Сахарная промышленность», 1963, № 4.
3. Результаты применения гидроциклонов в сахарной промышленности. «Сахарная промышленность», 1964, № 2.
4. Теория, конструкция и применение гидроциклонов. «Сахарная промышленность», 1959, № 9.
5. Анализ работы гидроциклонов. «Сахарная промышленность», 1961, № 3.

СУПРОВІДНА ІНФОРМАЦІЯ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

Шліпченко З.С., Мотуз І.К., Кресан Н.Г. Застосування гідроциклонів для очищення транспортно-мийних вод.— Цукрова промисловість, 1966, № 10. — С. 21 — 27.

На прикладі Григорівського цукрпвого завою розглянуто роботу станції для очищення транспортно-мийних вод, обладнана 8 гідроциклонами. Ця установка має певні переваги перед відстійниками, так її фактор розділу при 1,5 атн становить 200, а при 2 атн, відповідно, 160

Ключові слова: станція, очищення, вода, гідроциклон, транспорт, забруднення

Шлипченко З.С., Мотуз И.К., Кресан Н.Г. Применение гидроциклонов для очистки транспортно-моечных вод.— Сахарная промышленность, 1966 № 10. — С. 21 — 27.

На примере Григоривского сахарного завода рассмотрена работа станции для очистки транспортно-моечных вод, оборудованная 8 гидроциклонами. Эта установка имеет определенные преимущества перед отстойниками, так ее фактор раздела при 1,5 ати составляет 200, а при 2 ати, соответственно, 160.

Ключевые слова: станция, очистка, вода, гидроциклон, транспорт, загрязнение

Shlipchenko Z.S., Motuz I.K., Kresan N.G. Application of gidrocyclons for cleaning of transport-washings waters.— Saccharine industry, 1966 № 10. — P. 21 — 27.

On the example of Grigorivskogo saccharine fabrik is considered work of the station for cleaning of transport-washings waters, equipped 8 gidrocyclons. This setting has certain advantages before sediments, so its factor of section at 1,5 kgf/cm² is 200, and at 2 kgf/cm², accordingly, 160.

Keywords: station, cleaning, water, gidrocyclone, transport,
contaminatio