

### МАЛАЯ ДЕРИВАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ С ГИДРОЦИКЛОННЫМИ УЗЛАМИ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Как показывает мировой и отечественный опыт, одной из больших проблем малых ГЭС является обеспечение гидроагрегата очищенной водой с необходимым напором. Строительство в этих целях специальных отстойников после водозаборных сооружений требует значительных капитальных вложений (до 25-30% общей стоимости). Все это отрицательно влияет на перспективу развития малых ГЭС.

Указанные недостатки комплекса гидроэлектростанции можно устранить путем использования энергии водотока по деривационному каналу (трубопроводу) для разделения механических примесей от воды с использованием гидроциклонов. Такая же проблема существует при охлаждении основных узлов генератора с использованием воды.

Разработанная нами малая деривационная электростанция включает гидроциклонный водоочистной узел 1, здание ГЭС 2, гидротурбину 3, генератор 4, гидроциклон 5 для узла охлаждения генератора и отсасывающую трубу 6 (рис.1)

Узел для очистки воды (рис.2) состоит из гидроциклонов с приемной камерой 2 и сливным патрубком 3, порога 4, смотрового колодца 5, поддона смотрового канала 6, пескоотводящей трубы 7 и лестницы 8.

Порог 4, установленный внутри деривационного канала, предусмотрен для того, чтобы обеспечить полноту поступления воды с мехпримесями в приемную камеру гидроциклона. Поэтому, высота порога должна быть не менее высоты цилиндрической части гидроциклонного аппарата.

При работе ГЭС, вода с механическими примесями, перемещающимися за счет скоростного напора в канале, попадает тангенциально в гидроциклон и очищается от твердых составляющих. Очищенная вода через верхний сливной патрубок 3, расположенный по направлению течения жидкости, попадает обратно в канал и подается к рабочим насадкам гидротурбины. Улавливаемые в гидроциклоне механические примеси, преимущественно в виде мелкого песка с диаметрами более 0,05 мм, эжектируются в отвал по пескоотводящей трубе 7.

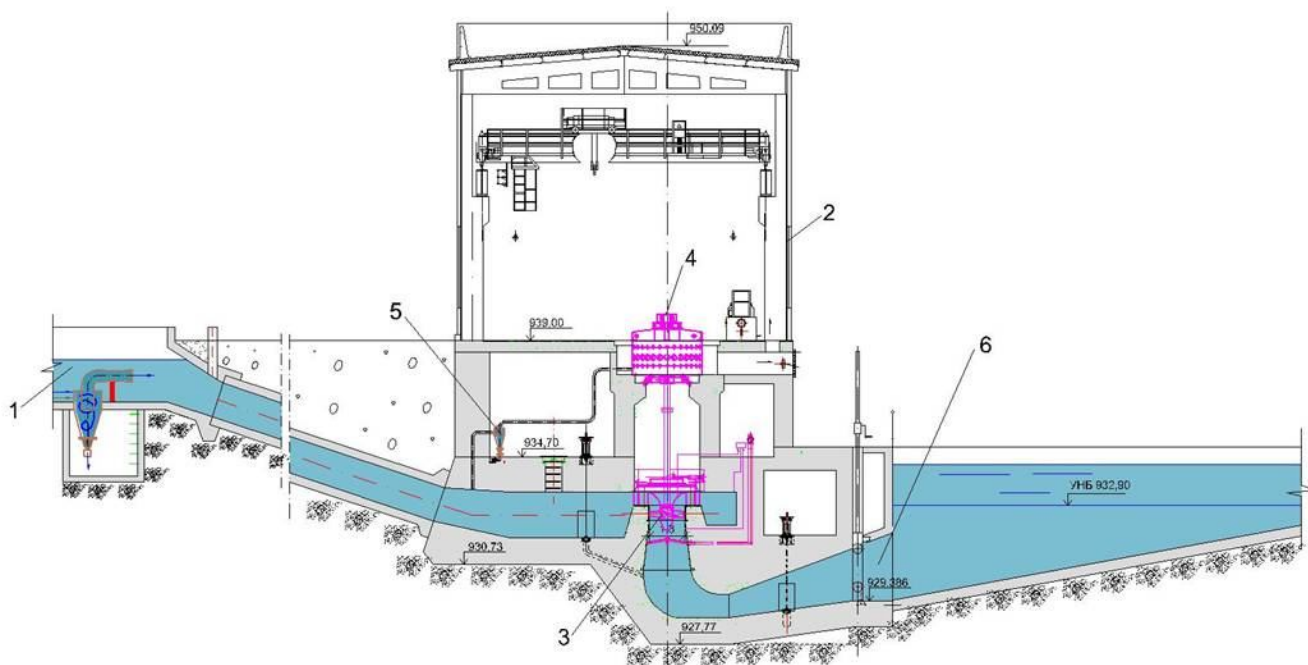
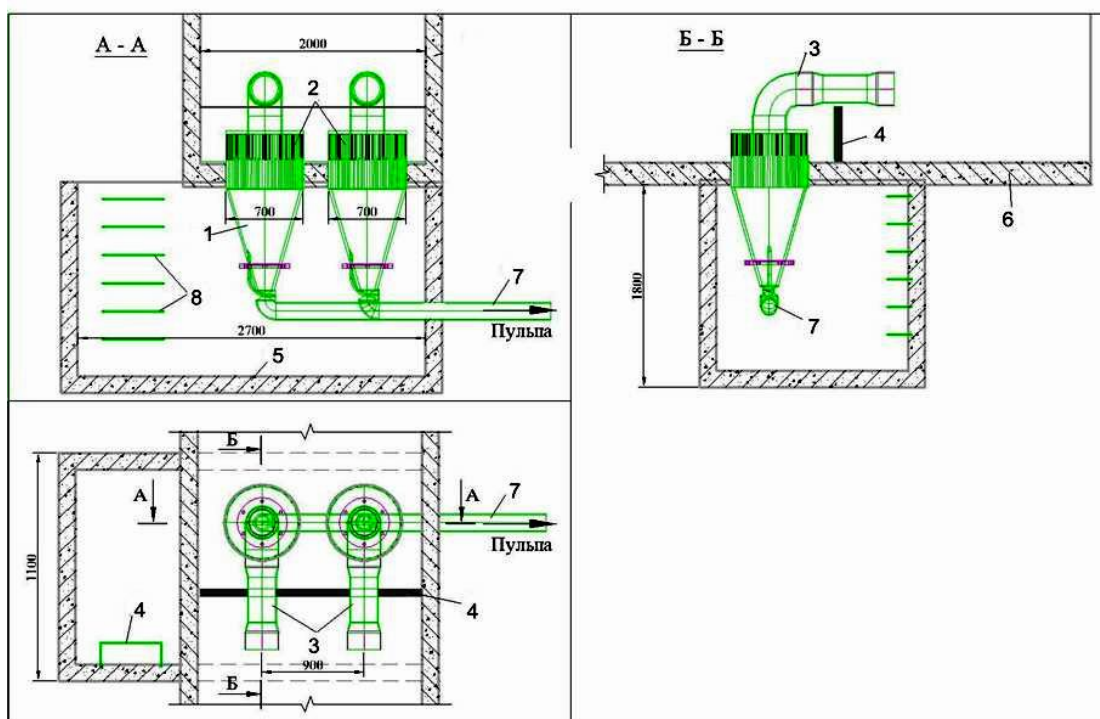


Рис. 1. Конструктивная схема малой деривационной электростанции

1-гидроциклон водоочистной узел; 2-здание ГЭС; 3-гидротурбина; 4-генератор; 5-гидроциклон;  
6-отсасывающая труба



**Рис.2.** Конструкции и схемы расположения гидроциклонов для обеспечения очищенной водой гидротурбин ГЭС:

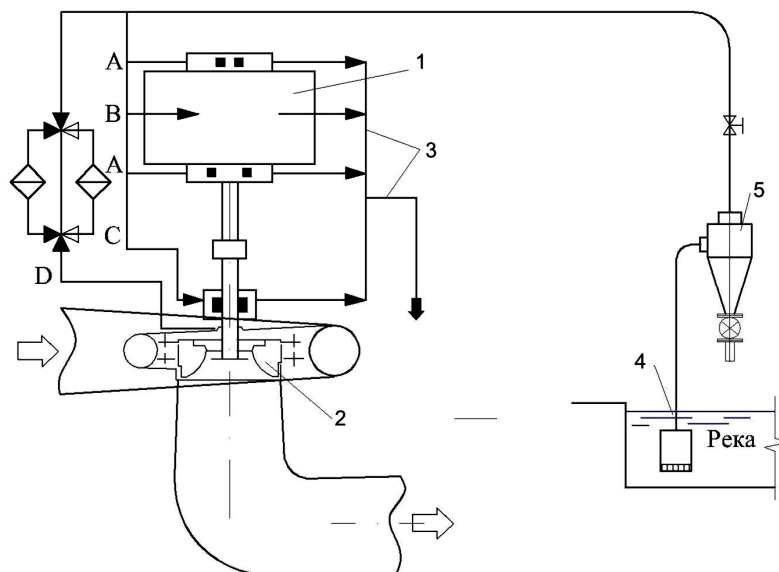
1 – гидроциклоны; 2 – приемные камеры; 3 – сливной патрубок; 4 – порог; 5 – смотровой колодец; 6 – поддон деривационного канала; 7 – пескоотводящая труба; 8 – лестница

Высота накопления песчаной массы у пескового отверстия в пределах  $1/3$  высоты конической части гидроциклона и открытия пескоотводящей линии для удаления регулируется с помощью автоматического регулятора несложного действия.

На основе испытания установлено, что при изменении давления на входе в пределах  $0,025...0,045$  МПа, наблюдается увеличение расхода жидкости через сливной патрубок от  $5,78$  до  $57,5$  л/с, а через песковое отверстие – до  $4,42$  л/с.

Узел охлаждения генератора показан на рис 3. Он состоит из генератора 1, гидротурбины 2, системы охлаждения 3, погружного насоса 4 и гидроциклона 5. Очистка воды осуществляется с помощью гидроциклона, работающего под давлением погружного насоса. При этом, насос 4 откачивает воду из реки или деривационного канала и подает ее в гидроциклон по входному патрубку, расположенному тангенциально к цилиндрической части аппарата. В аппарате за счет центробежных сил происходит разделение жидкости на две фазы: жидкую и твердую. Твердые примеси накапливаются у пескового отверстия и благодаря действию остаточного напора выносятся в отвал, а жидкая фаза - через сливной патрубок гидроциклона передается к системе охлаждения генератора и распределяется по узлам для охлаждения поверхности нагрева основных и вспомогательных элементов генератора и турбины. Вода, после ее использования, может сбрасываться в отвал или обратно подаваться в замкнутую систему водообеспечения через тот же гидроциклон.

Исходными данными при расчете гидроциклонов для обоих узлов обеспечения очищенной водой гидротурбин и генератора малой ГЭС были приняты: расход воды, проходящей через гидроциклон -  $Q_n$  и перепад давления при входе в гидроциклон и выходе из него -  $H_n$ , а также содержание взвешенных частиц до очистки -  $\gamma$ .



**Рис. 3.** Компоновочная схема узла охлаждения генератора гидроциклоном:  
1 – генератор; 2 – гидротурбина; 3 – схема охлаждения; 4 – погружной насос; 5 – гидроциклон

На основе расчета конструктивных размеров по вышеизложенной методике были получены следующие основные размеры для изготовления опытных образцов (табл. 1). Выполнен полный комплект технической документации на предлагаемые устройства и изготовлены опытные образцы для исследования.

Экономический эффект от использования предлагаемой технологии водообеспечения гидроагрегата малой ГЭС достигается за счет замены дорогостоящего отстойника и сложных фильтров для очистки воды на гидроциклоны. Достижения устойчивого режима работы гидроагрегата и сопутствующих к нему основных узлов ГЭС без особых остановок способствует снижению потери в подаче электроэнергии до 15-20%.

**Таблица.1. Основные размеры проектируемых гидроциклонов**

| Параметры                     | ГЦ-700 (узел1)    | ГЦ-500(узел2)  |
|-------------------------------|-------------------|----------------|
| Диаметры,мм:                  |                   |                |
| Цилиндрической части          | 700               | 500            |
| Входного патрубка             | 90*330*65мм (4шт) | 70*200мм (1шт) |
| Сливного патрубка             | 200               | 100            |
| Пескового отверстия           | 50                | 32             |
| Угол, конусность, градус      | 30-35             | 20             |
| Высота цилиндрической части   | 380               | 250            |
| Высота конической части       | 1185              | 750            |
| Диаметр воздушного столба     | 52                | 45             |
| Минимальная крупность частиц  | 0,05              | 0,05           |
| Максимальная крупность частиц | 3,75              | 2,75           |

В ходе проведенных опытов установлено, что степень очистки воды в гидроциклонах при работе в напорном режиме достигает 97-98%. Стоимость гидроциклонного узла очистки воды составляет 7-8%, тогда как применение отстойников типового варианта требует 25-30% капитальных вложений от общей стоимости ГЭС. Для окончательной подготовки разработок к внедрению необходимо проводить отработку технологического процесса по очистке вод с использованием гидроциклонов новой конструкции в производственных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Повышение эффективности работы малых гидроэлектростанции путем усовершенствования системы водообеспечения: Отчет оНИР (закл.) //АО «Фонд науки», КазНТУ –Алматы, 2010.- 94с.

2. Касымбеков Г.Ж. Повышение эффективности работы гидроэлектростанции путем усовершенствования системы водообеспечения // Материалы 3-го республиканского конкурса проектов по энергосбережению и альтернативным источникам энергии. –Алматы, 2011. с.70-71.

### **Резюме**

Мақалада шағын ГЭС-ті жетілдіру бойынша жасалған жаңа техникалық шешімінің ерекшеліктері баяндалған. Бұрынғы шешімдермен салыстырғанда, ондағы қолданылатын күрделі тұндырғыш гидроциклондармен ауыстырылған. Гидроциклон мұнан басқа, гидрогенераторды салқындату бөлігіне де орнатылған. Осылардың әсерінен ГЭС конструкциясы жеңілдетіліп, су тазарту деңгейі жақсарған. Гидроциклондық бөлімдердің конструктивтік параметрлері есептеліп оның үлгілері лабораториялық сынақтан өткен.

### **Summary**

Stated feature of the new technical decision on improvement of small hydroelectric power station. As against existing, in it the complex sediment settling basin for water treating is replaced with hydrocyclones. The hydrocyclone is established also on unit of cooling of the hydrogenerator. Due to it simplification of a design of hydroelectric power station, increase of a of water treating is reached. Calculation of design data of hydrocyclonic units and their test in laboratory conditions is made.

**Ключевые слова:** small hydroelektric power stations , water treatment, hydraulic turbine, generator, hydrocyclone.

*КазНТУ им. К.И. Сатпаева*

*Поступила 10.09.11 г.*