

НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ВОЗВРАТА АКТИВНОГО ИЛА НА СТАНЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭРЛИФТА

Олексова Е. А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Исследование системы возврата ила на станции биологической очистки с использованием эрлифта. Предложена новая концепция проектирования гидравлической системы азротенк-вторичный отстойник с использованием простых нагнетателей (эрлифт, струйный аппарат).

На станциях биологической очистки сточных вод основные расходы электроэнергии связаны с работой воздуходувок и насосов. Полезной работой насосов, перекачивающих ил, является подъем иловой смеси максимально на 1,5-2 м. Наличие воздуходувок на СБО способствует к использованию для перекачки иловой смеси эрлифта.

Идея замены насосов на эрлифты уже давно привлекает ученых. Однако, несмотря на простоту устройства и неприхотливость в эксплуатации, эрлифты не используются по двум причинам:

- 1) низкая эффективность (менее 30%);
- 2) малый диапазон регулирования.

Поэтому можно привести небольшой список примеров использования эрлифтов на СБО большой производительности - это Курьяновская станция в Москве, СБО "Южная" в Одессе. Попытка замены осевых насосов на эрлифт в 1995 г. на СБО "Северная" г.Одесса не оправдала ожиданий и на станции восстановлена схема перекачки ила осевыми насосами.

В рамках протокола о сотрудничестве между КП "Одесводоканал" и кафедрой Водоотведения и гидравлики ОГАСА на СБО "Южная" был проведен анализ работы эрлифта и системы лотков и трубопроводов азротенк – вторичный отстойник. При выполнении гидравлического расчета системы возврата активного ила и увязки отметок за основу взят типовой проект СБО с использованием эрлифта.

Основная цель проведенных исследований:

1. Анализ причин низкой эффективности работы эрлифта;

2. Поиск путей увеличения диапазона регулирования производительности эрлифтной установки с сохранением достаточной экономичности.

Для анализа работы системы с эрлифтной установкой были просчитаны потери напора по тракту от вторичных отстойников до эрлифта, в эрлифте и от эрлифта до секций аэротенка. Проведен анализ влияния геометрии проточной части подводящего и отводящего тракта на работу эрлифтной установки. Из проведенного анализа можно сделать следующий вывод: при проектировании гидравлической системы перекачки возвратного ила с использованием эрлифта необходима другая концепция проектирования, учитывающая специфические особенности эрлифта.

Из литературы известно, что при поднятии воды на малую высоту для устойчивой и экономичной работы эрлифтной установки необходимо выполнить оптимальное заглубление воздухораспределительной тарелки на глубину в два раза превышающую высоту подъема жидкости $H_p/H > 2$ [1]. Но даже если это отношение будет соблюдено при проектировании, большие гидравлические потери по тракту до эрлифта уменьшают это соотношение. На СБО "Южная" указанное соотношение в статическом режиме $H_p/H = 1,8$. Однако с увеличением расходов из-за потерь напора это соотношение уменьшается H_p/H до 0,5, что ведет к непропорциональному увеличению подачи воздуха и, как следствие, перерасходу электроэнергии.

Особенно недопустимы большие сопротивления тракта после эрлифта. Большие потери напора до 0,7 м увеличивают уровень иловой смеси в эрлифтной камере. При этом уровень ила в камере оказывается выше верхней отметки трубы эрлифта. В трубе эрлифта иловоздушная смесь с плотностью $\rho \approx 500 \text{ кг/м}^3$, а в камере эрлифта за счет свободного выделения воздуха плотность жидкости резко увеличивается до $\rho \approx 800\text{--}900 \text{ кг/м}^3$. Перетоки смеси разной плотности приводят к интенсивным пульсациям, которые угрожают целостности эрлифтной установки.

На основе проведенного анализа можно рекомендовать следующее:

1) кроме подбора оптимального соотношения $H_p/H > 2$ необходимо минимизировать потери подводящего тракта к эрлифту. Другими словами, тракт до эрлифта должен быть проложен кратчайшим путем с использованием поворотов и арматуры с минимальными гидравлическими сопротивлениями;

2) эрлифт необходимо располагать в непосредственной близости от аэротенка и обеспечить работу на излив.

На рис.1 представлена новая схема расположения эрлифта по отношению ко вторичным отстойникам и аэротенку. Один эрлифт работает от двух вторичных отстойников на общий лоток, расположенный в аэротенке. Эрлифт располагается в непосредственной близости от аэротенка, что позволяет ему работать на излив без противодействия.

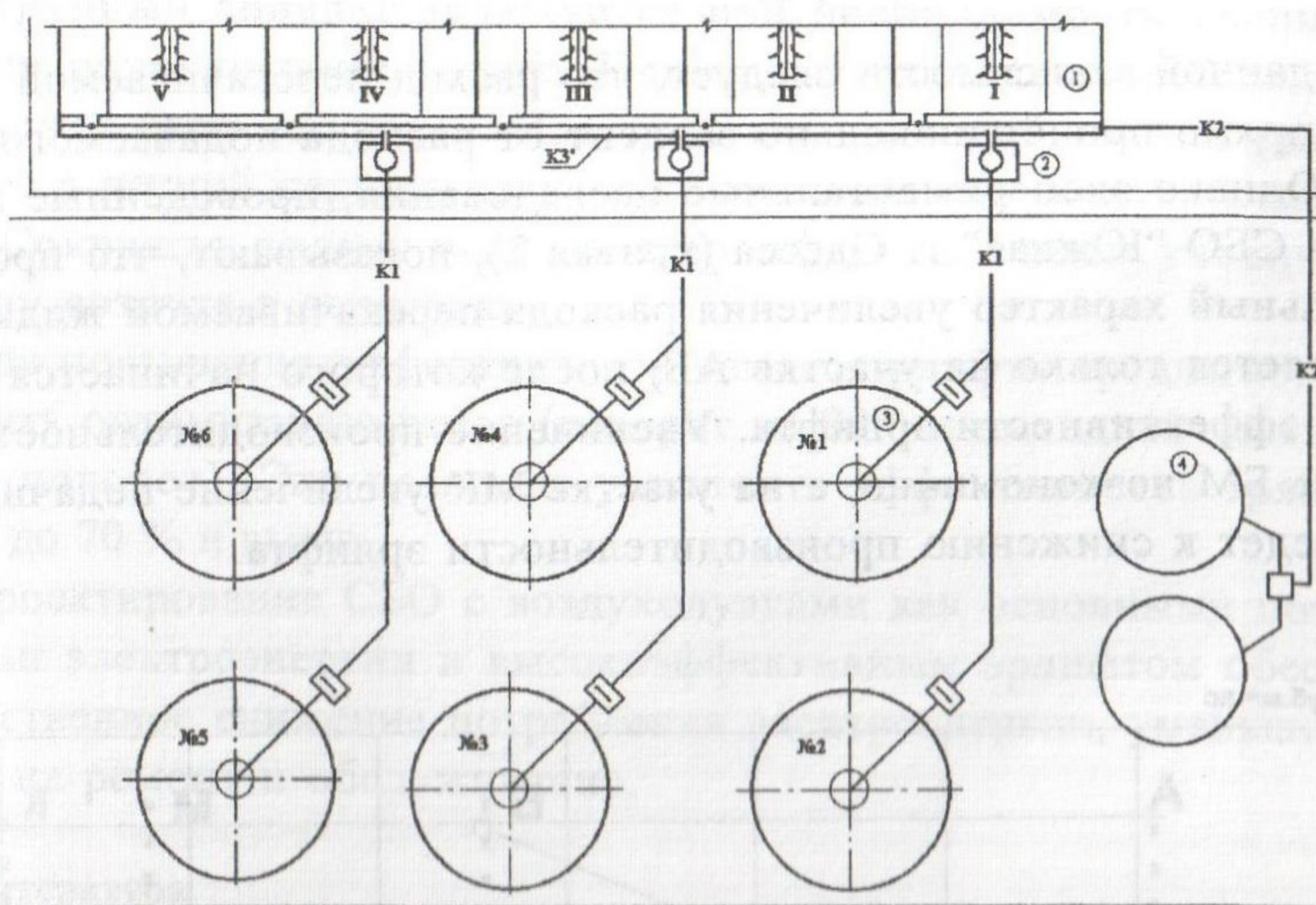


Рис. 1. Схема возврата активного ила.

1 – Аэротенк-смеситель; 2 – Эрлифт; 3 – Вторичный радиальный отстойник; 4 – Илоуплотнитель; K1 – трубопровод циркуляционного и избыточного активного ила; K2 – трубопровод избыточного ила; K3' – лоток циркуляционного и избыточного ила.

Регулирование расхода циркуляционного ила на станции “Южная” (г.Одесса) обеспечивается за счет изменения расхода воздуха на эрлифт. Однако экономичная и устойчивая работа возможна в ограниченном диапазоне скоростей воздуха в потоке ила, пока воздух обеспечивает только снижение плотности смеси. Воздух не может выступать средой, эжектирующей иловую смесь. Поэтому увеличение расхода воздуха имеет свой предел, после которого начинается его тран-

зитный проскок и непропорциональное увеличение по отношению к увеличению перекачиваемой смеси, что резко снижает эффективность эрлифта.

На рис. 2 представлена зависимость производительности эрлифта (расхода ила) от количества подаваемого воздуха на распределительную форсунку. Прямая 1 получена расчетным путем из формулы:

$$Q_{\text{ила}} = \eta \frac{10}{H} Q_{\text{возд}} \ln(0,1H_{\text{п}} + 1)$$

Из данной зависимости следует, что расход перекачиваемой жидкости прямо пропорционально зависит от расхода подаваемого воздуха. Однако экспериментальные исследования, проведенные автором на СБО "Южная" г. Одесса (кривая 2), показывают, что пропорциональный характер увеличения расхода перекачиваемой жидкости сохраняется только на участке АБ, после которого начинается снижение эффективности эрлифта. Увеличение производительности на участке БМ неэкономично, а на участке МК увеличение подачи воздуха ведет к снижению производительности эрлифта.

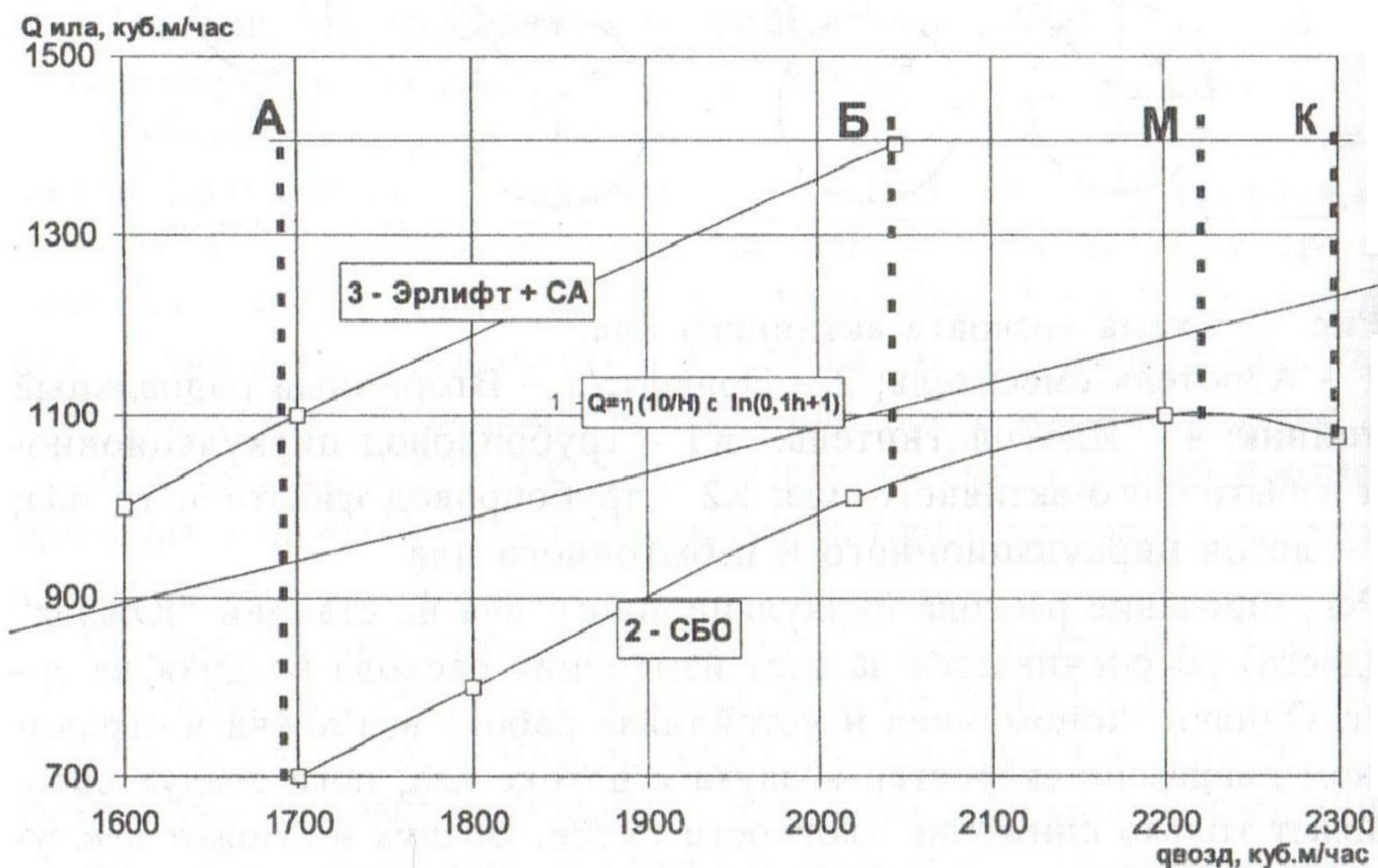


Рис. 2. График изменения производительности эрлифта

Для увеличения диапазона регулирования производительности эрлифта, выходящего за пределы экономичного режима АБ, предлагается в верхней части эрлифта установить дополнительное устройство – струйный аппарат. Струйный аппарат позволит увеличить количество перекачиваемой иловой смеси на 30-80%. Для создания рабочей струи струйного аппарата используется центробежный насос, перекачиваемый активный ил из вторичных отстойников. Характер изменения производительности эрлифта, работающего совместно со струйным аппаратом показан прямой 3 на рис. 2.

Струйный аппарат включается при необходимости увеличения подачи циркуляционного ила. При малых расходах струйный аппарат может быть отключен. Необходимость в струйном аппарате возникает в летний период, когда требуется больше воздуха в аэротенках. Сокращая подачу воздуха в эрлифт, тем самым увеличиваем подачу воздуха в аэротенки.

Для повышения эффективности самого эрлифта предлагается выполнить оптимизацию входа (поворот на 90°) и выходной части (верхний поворот). Это позволит увеличить эффективность эрлифта с 35 % до 70 % и выше.

Проектирование СБО с воздуходувками как основными потребителями электроэнергии и высокоэффективным эрлифтом обеспечит существенное снижение потребления электроэнергии, уменьшит затраты на ремонт и обслуживание.

Литература

1. Пороло Л. В. Воздушно-газовые подъемники жидкости (эргазлифты). – М.: Машиностроение, 1969. – 158 с.

2. Скобельцын Ю. А., Громадский А. В. Насосы трения. Специальные насосы и подъемники жидкости: Учебное пособие. – Краснодар: КСХИ, 1987. – 115 с.