

УДК 681.3

Д. А. Гринюк, доц., канд. техн. наук; Н. М. Олиферович, ст. преп.;
А. С. Алешевич, студ.; М. С. Старовойтов, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ВРЕМЯ КАПИЛЛЯРНОГО ВПИТЫВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Время капиллярного впитывания (CST) изначально было разработано как простой метод определения обезвоживаемости ила (т. е. высвобождения воды из матрицы ила), а также для оценки влияния химикатов предварительной обработки (т. е. кондиционеров, флокулянтов и коагулянтов) на фильтруемость ила. В современных измерениях по-прежнему используются оригинальные методы и аппаратура, разработанные в Лаборатории исследования загрязнения воды в Стивенейдже, Англия (ныне Центр водных исследований – WRc). Когда суспензия твердых веществ удерживается в колонне, у ее основания образуется ил или слой концентрированных твердых веществ. Тонкий пористый слой, такой как фильтровальная бумага, расположенный у основания этого слоя, позволит свободной воде, химически не связанной с твердыми частицами, стекать либо через твердые частицы, либо через слой твердых веществ из воды выше. Эта вода перемещается радиально от основания колонны за счет давления капиллярного всасывания пористого слоя. Скорость движения через пористый слой зависит, прежде всего, от проницаемости слоя концентрированных твердых веществ и водоудерживающей способности твердых частиц, как осевших, так и находящихся во взвешенном состоянии. Если осевшие твердые частицы образуют уплотненный слой с небольшими пустотами, вода будет проходить через него медленно (т. е. с низким CST). Если твердые вещества образуют крупные агрегаты или менее уплотнены с присутствием более крупных пустот, вода будет проходить через слой с более высокой скоростью (т. е. с высоким CST). В определенных обстоятельствах оседание не происходит, когда твердые вещества равномерно распределены в водной фазе. Тем не менее, твердые вещества все еще могут химически связывать воду посредством реакций гидратации, что может снизить скорость движения воды через пористый слой (т. е. низкий CST). Капиллярное всасывание создает гораздо большую силу, чем сила, создаваемая одним только гидростатическим напором. Таким образом, пока имеется достаточный образец испытываемого материала для получения значения CST, испытание можно считать независимым от объема испытываемого материала при использовании стандартного испытательного оборудова-

ния. За пределами стандартной испытательной среды высота образца в испытательной колонне становится все более важным фактором. Тест CST является широко используемой альтернативой более сложному тесту удельной устойчивости к фильтрации (SRF), разработанному Коакли и Джонсом. Хотя тест SRF был модифицирован, он остается довольно сложной и дорогой альтернативой CST [1].

Наибольшее применение данный тест нашел в системах обработки осадков, при формировании свойств растворов для повышения извлечения растворов на поверхность из горных пород и процесса фильтрации. Были сделаны попытки построения непрерывного измерения данного параметра [2-4]. Но на сегодняшний день лабораторный контроль остается основным направлением применения данного параметра для управления технологическими процессами. Это обусловлено быстротой и низкой стоимостью данного типа лабораторного оборудования и низкой динамикой непосредственно технологических процессов обработки. Постоянная времени таких технологических линий может достигать несколько часов, а то и суток. Вместе с другими лабораторными анализами и текущими технологическими параметрами данный параметр может быть использован для оптимизации обработки в рамках SCADA или MES систем.

На рисунке 1 показан схема управления процессом обработки.

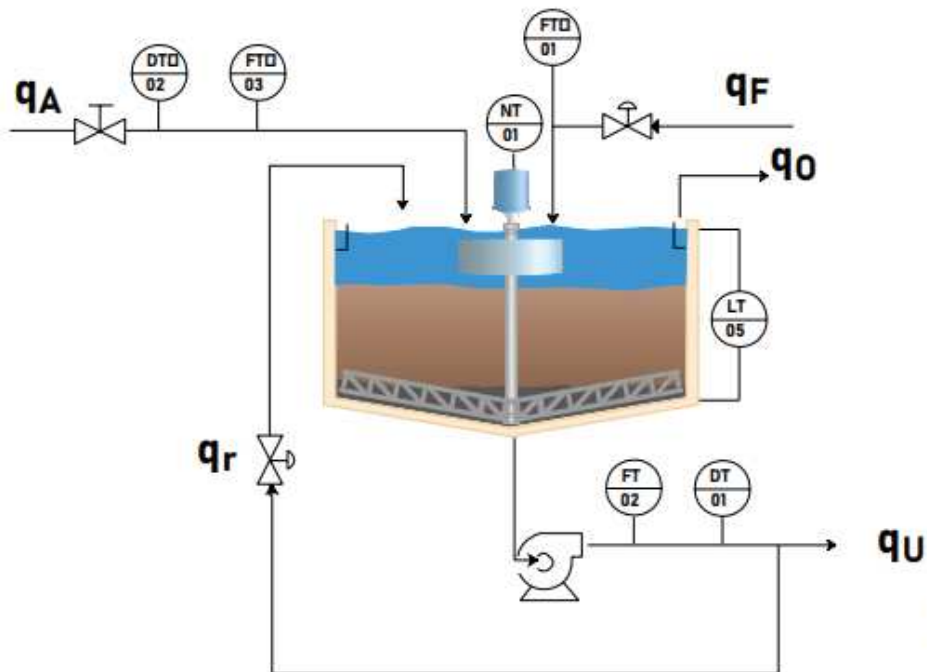


Рисунок 1 – Схема управления процессом обработки

Задачей оптимизации данного процесса является оптимизация расхода q_F флокулянта. Целевая функция оптимизации достаточна

сложна, так как необходимо обеспечить и необходимое качество осветленной воды q_0 , и плотность осадка q_U , и влажность q_{TA} (рис. 2).

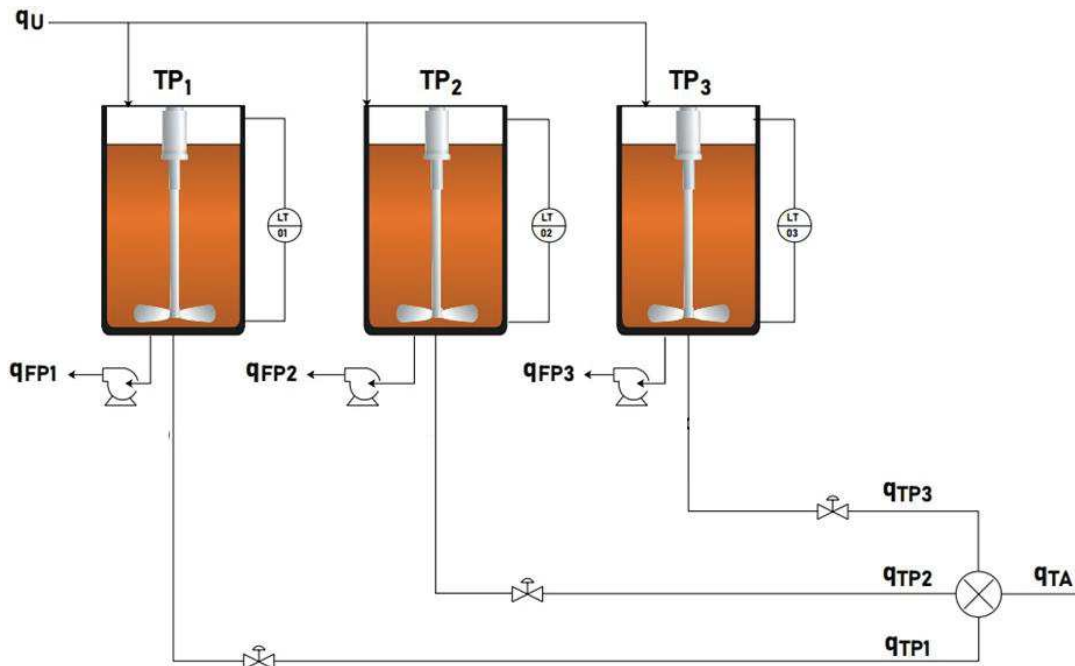


Рисунок 2 – Схема управления получения осадка

Большие объемы емкости на рис.1, 2 формируют медленную динамику управления и предопределяет практику использования параметра CST для формирования обработки.

Практика применения времени капиллярного впитывания еще имеет развитие. Постоянно появляются работы по получению дополнительной информации. Есть попытки применения машинного обучения для обработки экспериментальных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gray N.F. Capillary Suction Time (CST) in Prog. Filtr. Sep. (2015), pp. 659-670, 10.1016/B978-0-12-384746-1.00017-3.

2. Измеритель времени капиллярного впитывания //Д.А. Гринюк, и др. // Инженерно-физический журнал, 2004, т. 77. – №5, – С. 160-164.

3. Dynamics of Radial Soaking of a Material with a Dispersed Medium/ Oлиферович, N. M [at al.]// Journal of Engineering Physics and Thermophysics, July 2019, Volume 92, Issue 4, pp.1031–1040.

4. Олиферович Н. М., Гринюк Д. А., Оробей И. О. Анализ динамических характеристик и динамических погрешностей преобразователя измерения параметров впитывания// Труды БГТУ. 2014. № 6: Физ.-мат. науки и информатика. С. 96–99.