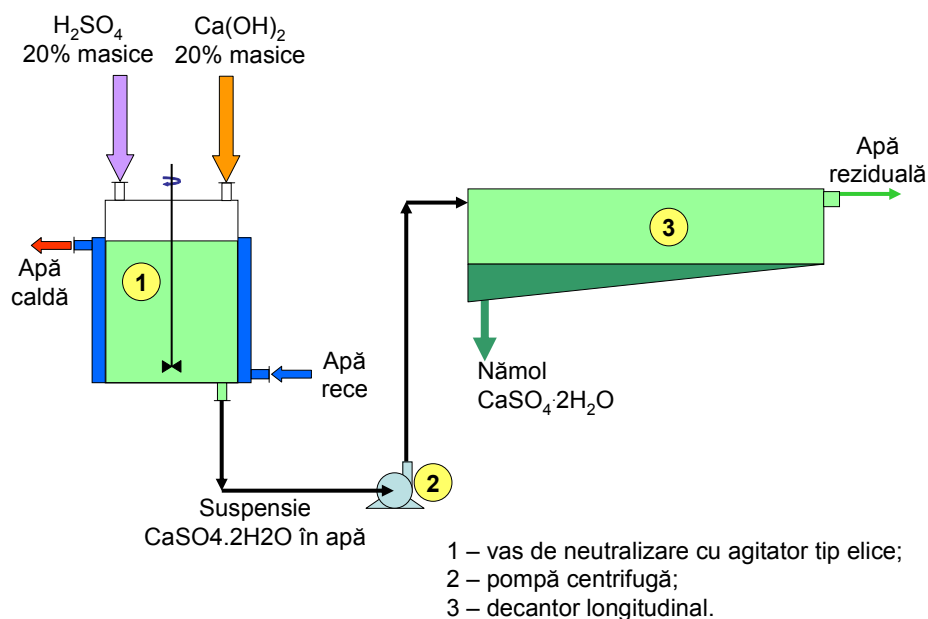


**Lucrare semestrială la disciplina OPERAȚII UNITARE 1**  
**11 decembrie 2012**

Dintr-o instalație industrială se evacuează ca deșeu o soluție reziduală de acid sulfuric 20% masice, la temperatura de 60°C. Debitul evacuat este de 1 m<sup>3</sup>/s. Soluția reziduală este neutralizată cu soluție de hidroxid de calciu 20% masice având temperatura de 20°C, în instalația prezentată în figura de mai jos.



În neutralizatorul (1) se introduc în flux continuu soluția reziduală de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> și soluția de Ca(OH)<sub>2</sub> (în raport stoichiometric). Neutralizarea acidului este totală, și se desfășoară conform ecuației caracteristice globale:



Reacția de neutralizare este exotermă, pentru fiecare mol de acid neutralizat degajându-se o cantitate de căldură de 50 kJ/mol. Suspensia de sulfat de calciu dihidrat rezultată în urma neutralizării este evacuată în flux continuu din neutralizator, cu ajutorul pompei centrifuge (2). În neutralizator suspensia este răcită până la temperatura de 30°C. Ca agent de răcire se utilizează apă care circulă prin mantaua neutralizatorului și se încălzește de la 10 la 40°C.

Suspensia răcită este trecută într-un decantor longitudinal cu funcționare continuă (3), în care are loc sedimentarea particulelor solide de CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O.

1. Calculați debitul necesar de apă de răcire la mantaua neutralizatorului (2 puncte).
2. Calculați puterea necesară a agitatorului cu care este prevăzut neutralizatorul. Agitatorul este de tip elice cu 2 pale înclinate la 22,5°, având diametrul de 433 mm și fiind montat la 145 mm de fundul recipientului. Turația agitatorului este de 240 rot/min. Diametrul interior al neutralizatorului, egal cu înălțimea utilă a acestuia este de 1,3 m (1,5 puncte).

3. În condițiile problemei este suficientă suprafața de transfer de căldură asigurată de manta? (Se consideră valoarea coeficientului global de transfer între apa de răcire și suspensia din neutralizator ca fiind de  $10^3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , iar  $\Delta T_m = 20 \text{ K}$ . În cazul în care suprafața de răcire asigurată de manta nu este suficientă, propuneți și justificați (prin calcul) soluția (soluțiile) tehnică potrivită (2 puncte).
4. Ce putere instalată trebuie să aibă pompa (2), știind că lungimea echivalentă a traseului de conductă (incluzând aici și rezistențele hidraulice locale) este de 100 m, conducta de transport are diametrul interior de 50 mm și este confecționată din oțel inoxidabil, iar înălțimea geometrică a sistemului este de 6 m (2 puncte).
5. Decantorul (3) are o înălțime utilă de 1,5 m și o lățime de 2 m. Ce lungime trebuie să aibă acesta pentru a se putea depune particulele de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  cu diametrul de 0,1 mm și mai mare. Particulele se consideră a fi sferice, grăunțoase, cu densitatea de  $2240 \text{ kg}/\text{m}^3$  (1,5 puncte).

**Mase atomice:** Ca – 40; S – 32; O – 16; H – 1.

**Proprietăți termofizice:**

**Acid sulfuric 20%** (la  $60^\circ\text{C}$ ):  $\rho = 1110 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;  $c_p = 3523,8 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

**Hidroxid de calciu 20%** (la  $20^\circ\text{C}$ ):  $\rho = 1200 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;  $c_p = 2540 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

**Suspensie de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  (la  $30^\circ\text{C}$ ):  $\rho = 1020 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;  $c_p = 4000 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ; viscozitatea suspensiei se consideră egală cu viscozitatea apei la temperatura corespunzătoare.

**Apă:**

	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )		
	10	30	40
Densitate, $\text{kg}/\text{m}^3$	1000	996	992
Viscozitate, $\text{mPa} \cdot \text{s}$	1,31	0,8	0,66
Capacitate termică masică, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	4230	4180	4180