



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87613

(13) C2

(51) МПК (2009)

C02F 3/00

C02F 9/14

C02F 11/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) СПОСІБ ОЧИСТКИ СІЧНОЇ ВОДИ (ВАРІАНТИ) ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ (ВАРІАНТИ), НАКОПИЧУВАЛЬНА ЄМНІСТЬ ДЛЯ СІЧНОЇ ВОДИ ТА ПРИСТРІЙ ДООЧИСТКИ СІЧНОЇ ВОДИ**

1

(21) а200800833

(22) 24.01.2008

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ТЕТЕРЯ АЛЕКСАНДР

(73) ТЕТЕРЯ АЛЕКСАНДР

(56) UA 50574, 15.10.2002, C2

UA 48928, 15.08.2002, A

UA 62580, 15.12.2003, A

RU 2058942, 27.04.1996, C1

RU 2252193, 20.05.2005, C2

RU 2279407, 10.07.2006, C1

RU 2282597, 27.08.2006, C1

RU 2307076, 27.09.2007, C2

RU 36658, 20.03.2004, U1

RU 39328, 27.07.2004, U1

US 6007712, 28.12.1999, A

US 6790347, 14.09.2004, B2

JP 2006239630, 14.09.2006, A

(57) 1. Спосіб очистки стічної води, що включає періодичну аерацію, перемішування, відстоювання стічної води та видалення надлишкового мулу і очищеної води, який **відрізняється** тим, що воду подають в біореактор першого ступеня очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактора третього ступеня очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першого ступеня очистки та біореактором другого ступеня очистки та забезпечують подачу води з біореактора другого ступеня очистки до біореактора третього ступеня очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другого та третього ступенів очистки до біореактора першого ступеня очистки, а на період відстоювання води в біореакторі третього ступеня очистки припиняють подачу води до біореактора третього ступеня очистки та перекачування мулової суміші з біореактора третього ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки, при цьому продовжують циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки та аерацію і перемішування в біореакторах першого та другого ступенів очистки.

2. Спосіб очистки стічної води за п. 1, який **відрізняється** тим, що циркуляцію води та мулової су-

2

міші між біореакторами першого та другого ступенів очистки забезпечують перетіканням води з біореактора першого ступеня очистки до біореактора другого ступеня очистки та перекачуванням мулової суміші з біореактора другого ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки.

3. Спосіб очистки стічної води, що включає періодичну аерацію, перемішування, відстоювання стічної води та видалення надлишкового мулу і очищеної води, який **відрізняється** тим, що стічну воду попередньо накопичують в накопичувальній ємності, в якій періодично здійснюють перемішування та з якої воду подають в біореактор першого ступеня очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактора третього ступеня очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першого ступеня очистки та біореактором другого ступеня очистки та забезпечують подачу води з біореактора другого ступеня очистки до біореактора третього ступеня очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другого та третього ступенів очистки до біореактора першого ступеня очистки, щонайменше з одного з біореакторів першого, другого та третього ступенів очистки здійснюють періодичне перекачування мулової суміші до накопичувальної ємності, а на період відстоювання води в біореакторі третього ступеня очистки припиняють подачу води з біореактора другого ступеня очистки до біореактора третього ступеня очистки та перекачування мулової суміші з біореактора третього ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки, при цьому продовжують циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки та аерацію і перемішування води в біореакторах першого та другого ступенів очистки.

4. Спосіб очистки стічної води за п. 3, який **відрізняється** тим, що циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки забезпечують перетіканням води з біореактора першого ступеня очистки до біореактора другого ступеня очистки та перекачуванням мулової суміші з біореактора другого ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки.

(13) C2

(11) 87613

(19) UA

5. Спосіб очистки стічної води за п. 3, який **відрізняється** тим, що подачу води з накопичувальної ємності до біореактора першого ступеня очистки здійснюють після припинення перемішування в накопичувальній ємності.

6. Спосіб очистки стічної води, що включає періодичну аерацію, перемішування, відстоювання стічної води та видалення надлишкового мулу і очищеної води, який **відрізняється** тим, що стічну воду попередньо накопичують в накопичувальній ємності, в якій періодично здійснюють аерацію та перемішування та з якої воду подають в біореактор першого ступеня очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактора третього ступеня очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першого ступеня очистки та біореактором другого ступеня очистки та забезпечують подачу води з біореактора другого ступеня очистки до біореактора третього ступеня очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другого та третього ступенів очистки до біореактора першого ступеня очистки, а на період відстоювання води в біореакторі третього ступеня очистки припиняють подачу води до біореактора третього ступеня очистки та перекачку мулової суміші з біореактора третього ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки, при цьому продовжують циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки та аерацію і перемішування води в біореакторах першого та другого ступенів очистки, при цьому воду в біореактор першого ступеня очистки подають з об'єму накопичувальної ємності, обмеженого замкнутою решіткою, в якому здійснюють аерацію води, причому після припинення аерації води в накопичувальній ємності продовжують аерацію води в об'ємі, обмеженому замкнутою решіткою.

7. Спосіб очистки стічної води по п. 6, який **відрізняється** тим, що циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки забезпечують перетіканням води з біореактора першого ступеня очистки до біореактора другого ступеня очистки та перекачуванням мулової суміші з біореактора другого ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки.

8. Спосіб очистки стічної води по п. 6, який **відрізняється** тим, що подачу води до біореактора першого ступеня очистки здійснюють після припинення перемішування та аерації в накопичувальній ємності.

9. Спосіб очистки стічної води, що включає періодичну аерацію, перемішування, відстоювання стічної води та видалення надлишкового мулу і очищеної води, який **відрізняється** тим, що воду подають в біореактор першого ступеня очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактора третього ступеня очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першого ступеня очистки та біореактором другого ступеня очистки та забезпечують подачу води з біореактора другого ступеня очистки до біореактора третього ступеня очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другого та третього ступенів очистки до біореактора першого ступеня очистки, а на період відстоюван-

ня води в біореакторі третього ступеня очистки припиняють подачу води до біореактора третього ступеня очистки та перекачування мулової суміші з біореактора третього ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки, при цьому продовжують циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки, аерацію та перемішування води в біореакторах першого та другого ступенів очистки, причому видалення попередньо очищеної та відстоюної води з біореактора третього ступеня очистки здійснюють до пристрою доочистки, в якому аерацію води здійснюють під нижньою частиною зануреного в воду біофільтра, в площині, яка менше площини поперечного перерізу біофільтра, з подальшою подачею води по нахилених відносно горизонту каналах біофільтра, при цьому воду подають до пристрою доочистки під нижню частину біофільтра після здійснення в пристрої доочистки аерації, відстоювання води та видалення надлишкового мулу з одночасним витісненням вгору попередньо відстоюної в пристрої доочистки води по нахилених каналах біофільтра та наступним її видаленням.

10. Спосіб очистки стічної води за п. 9, який **відрізняється** тим, що циркуляцію води та мулової суміші між біореакторами першого та другого ступенів очистки забезпечують перетіканням води з біореактора першого ступеня очистки до біореактора другого ступеня очистки та перекачуванням мулової суміші з біореактора другого ступеня очистки до біореактора першого ступеня очистки.

11. Пристрій для здійснення очистки стічної води, що включає біореактори двох ступенів очистки, оснащені засобами аерації, перемішування та перекачування мулової суміші, який **відрізняється** тим, що додатково включає біореактор третього ступеня очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачування мулової суміші до біореактора першого ступеня очистки, біореактор першого ступеня очистки сполучений гідравлічно з біореактором другого ступеня очистки, а біореактор другого ступеня очистки містить засіб подачі води в біореактор третього ступеня очистки та засіб для перекачування мулової суміші в біореактор першого ступеня очистки.

12. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 11, який **відрізняється** тим, що гідравлічний зв'язок між біореакторами першого та другого ступенів очистки є виконаним у вигляді трубопроводу, розташованого нижче рівня води в біореакторі першого ступеня очистки.

13. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 11, який **відрізняється** тим, що засобами для перекачування мулової суміші є ерліфти.

14. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 11, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є ерліфт.

15. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 11, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів другого та третього ступенів очистки.

16. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 11, який **відрізняється** тим, що засобом видалення води з біореактора третього ступеня очистки є керований сифон.

17. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 11, який **відрізняється** тим, що засобом видалення надлишкового мулу з біореактора третього ступеня очистки є pompa.

18. Пристрій для здійснення очистки стічної води, що включає біореактори двох ступенів очистки, оснащені засобами аерації, перемішування та перекачування мулової суміші, який **відрізняється** тим, що додатково включає накопичувальну ємність, обладнану засобом перемішування та засобом подачі води в біореактор першого ступеня очистки, та додатково включає біореактор третього ступеня очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачування мулової суміші до біореактора першого ступеня очистки, а біореактор першого ступеня очистки гідравлічно сполучений з біореактором другого ступеня очистки, біореактор другого ступеня містить засіб подачі води в біореактор третього ступеня очистки та засіб для перекачування мулової суміші в біореактор першого ступеня очистки, при цьому принаймні один з біореакторів першого, другого та третього ступенів очистки води містить засіб для перекачування мулової суміші до накопичувальної ємності.

19. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що гідравлічний зв'язок між біореакторами першого та другого ступенів очистки виконано у вигляді трубопроводу, розташованого нижче рівня води в біореакторі першого ступеня очистки.

20. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що засобами для перекачування мулової суміші є ерліфти.

21. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є ерліфт.

22. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів другого та третього ступенів очистки.

23. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що як засіб видалення води з біореактора третього ступеня очистки використано керований сифон.

24. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що засобом видалення надлишкового мулу з біореактора третього ступеня очистки є pompa.

25. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 18, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води у біореактор першого ступеня очистки є pompa.

26. Пристрій для здійснення очистки стічної води, що включає біореактори двох ступенів очистки, оснащені засобами аерації, перемішування та перекачування мулової суміші, який **відрізняється** тим, що додатково містить накопичувальну ємність, обладнану засобами аерації та перемішу-

вання та засобом подачі води в біореактор першого ступеня очистки, та включає додатково біореактор третього ступеня очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачування мулової суміші до біореактора першого ступеня очистки, а біореактор першого ступеня очистки гідравлічно сполучений з біореактором другого ступеня очистки, біореактор другого ступеня містить засіб подачі води в біореактор третього ступеня очистки та засіб для перекачування мулової суміші в біореактор першого ступеня очистки, при цьому забірний отвір засобу для подачі води до біореактора першого ступеня очистки розташовано усередині замкнутої решітки на висоті верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, причому замкнута решітка щонайменше частково розташована нижче верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, а додаткові засоби аерації розташовані в об'ємі, обмеженому замкнутою решіткою.

27. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що гідравлічний зв'язок між біореакторами першого та другого ступенів очистки виконано у вигляді трубопроводу, розташованого нижче рівня води в біореакторі першого ступеня очистки.

28. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що засобами для перекачування мулової суміші є ерліфти.

29. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є ерліфт.

30. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів другого та третього ступенів очистки.

31. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що засобом видалення води з біореактора третього ступеня очистки є керований сифон.

32. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що засобом видалення надлишкового мулу з біореактора третього ступеня очистки є pompa.

33. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 26, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води у біореактор першого ступеня очистки є pompa.

34. Пристрій для здійснення очистки стічної води, що включає біореактори двох ступенів очистки, оснащені засобами аерації, перемішування та перекачування мулової суміші, який **відрізняється** тим, що додатково включає біореактор третього ступеня очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води в пристрій доочистки, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачування мулової суміші до біореактора першого ступеня очистки, а біореактор першого ступеня очистки гідравлічно сполучений з біореактором другого ступеня очистки, біореактор другого ступеня містить засіб подачі води в біореактор

третього ступеня очистки та засіб для перекачування мулової суміші в біореактор першого ступеня очистки, додатково включає пристрій доочистки, що містить ємність, засіб видалення води, засіб видалення надлишкового мулу, комірковий біофільтр та засоби аерації, розташовані під біофільтром в зоні, площа якої менше площини поперечного перерізу біофільтра, комірки біофільтра мають вигляд каналів, розташованих під кутом до горизонту, а верхній край біофільтра розташовано нижче мінімально припустимого рівня води в ємності пристрою доочистки, при цьому виливний отвір засобу для видалення води з біореактора третього ступеня очистки розташований під нижнім краєм коміркового біофільтра.

35. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що гідралічний зв'язок між біореакторами першого та другого ступенів очистки виконано у вигляді трубопроводу, розташованого нижче рівня води в біореакторі першого ступеня очистки.

36. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що засобами для перекачування мулової суміші є ерліфти.

37. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є ерліфт.

38. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що засобом подачі води до біореактора третього ступеня очистки є патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів другого та третього ступенів очистки.

39. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що засобом видалення води з біофільтра третього ступеня очистки є керований сифон.

40. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що засобом ви-

далення надлишкового мулу з біореактора третього ступеня очистки є помпа.

41. Пристрій для здійснення очистки стічної води за п. 34, який **відрізняється** тим, що засіб видалення води з пристрою доочистки виконаний у вигляді зливного отвору, розташованого у верхній його частині.

42. Накопичувальна ємність для стічної води, що включає засоби аерації, перемішування та засіб видалення води, яка **відрізняється** тим, що забірний отвір засобу видалення води розташовано усередині замкнутої решітки на висоті верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, причому замкнута решітка щонайменше частково розташована нижче верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення та включає додаткові засоби аерації, що розташовані в об'ємі, обмеженому замкнутою решіткою.

43. Накопичувальна ємність для стічної води за п. 42, яка **відрізняється** тим, що засобом видалення води є помпа.

44. Пристрій доочистки стічної води, що включає ємність, засіб подачі води, засіб видалення води, засіб видалення надлишкового мулу та біофільтр, який **відрізняється** тим, що додатково включає засоби аерації, розташовані під біофільтром в зоні, площа якої менше площини поперечного перерізу біофільтра, біофільтр має комірки у вигляді каналів, розташованих під кутом до горизонту, а верхній край біофільтра розташовано нижче мінімально припустимого рівня води в ємності пристрою доочистки, при цьому виливний отвір засобу подачі води розташований під нижнім краєм коміркового біофільтра.

45. Пристрій доочистки стічної води за п. 44, який **відрізняється** тим, що засіб видалення води виконаний у вигляді зливного отвору, розташованого у верхній частині ємності.

Винахід стосується галузі оброблення стічної води та може бути використаний для біологічної очистки побутових стічних вод, які надходять від житлових та суспільних будинків та інших окремо розташованих об'єктів, а також стічних вод від невеликих виробництв, розташованих у місцях, де відсутня централізована система каналізації.

Заявнику відомо багато способів очистки стічної води та пристроїв для їх здійснення, серед яких найближчими за суттєвими ознаками та технічним результатом є наступні.

Відомий спосіб очистки стічної води за патентом № UA50574, опублікований 15.04.2005 р. в бюл. №4, 2005р, МПК: C02F3/02, 3/12, 3/00, 9/14. За цим способом очистку води здійснюють в біореакторах першого та другого ступенів очистки, які з'єднані перекачуючим пристроєм. В кожному з біореакторів періодично відбувається аерація, перемішування та відстоювання води. З біореактора другого ступеню очистки періодично відкачують очищену воду та осаджений надлишковий

мул. Між біореакторами здійснюють циркуляцію мулової суміші по рециркуляційному контуру шляхом перекачки керованими ерліфтами.

Також відомий пристрій для очистки стічної води за патентом №US6,007,712 від 28.12.1999р, МПК: C02F3/10. Пристрій містить біореактори двох ступенів очистки, оснащені засобами аерації, перемішування та перекачки мулової суміші.

Недоліками відомих способу за патентом № UA50574 та пристрою для очистки стічної води за патентом № US6,007,712 є змішування очищеної до певного ступеню води з новими порціями неочищеної стічної води при нерегульованому надходженні стічної води на очищення. Також у зазначених способі та пристрої відбуваються послідовно процеси нітрифікації і денітрифікації та процес відстоювання з наступним відкачуванням осадженого надлишкового мулу, за якими зі стічної води видаляється азот та фосфор, що потребує тривалого часу очищення стічної води до заданого рівня очистки і, як наслідок, до збільшення енерге-

тичних та капітальних затрат на очищення стічної води.

Також відомим є пристрій для аеробної очистки стічних вод, який прийнято за прототип накопичувальної ємності для стічної води, що містить засоби аерації, перемішування та засіб видалення води. Пристрій також обладнаний сепаратором для підтримання потрібної концентрації активного мулу (патент UA № 48928, опубл. 15.08.2002р., МПК: C02F3/12).

Недоліком прототипу накопичувальної ємності є наявність додаткових засобів для підтримання потрібної концентрації активного мулу, що ускладнює конструкцію та зменшує в ємності корисний об'єм для акумуляції стічної води, яка надходить на очищення. При цьому відомий пристрій не містить засобів затримання та фрагментації крупних фракцій забруднень, які може містити стічна вода.

За прототип пристрою доочистки стічної води прийнято пристрій для здійснення способу біологічної очистки стічних вод, який включає ємність, засіб подачі води, засіб видалення води, засіб видалення надлишкового мулу та біофільтр. Подачу води здійснюють на верхню кромку біофільтру з наступним її проходженням через біофільтр. Як біофільтр використано гранульовану фільтруючу загрузку. Рециркуляцію мулової суміші в пристрої здійснюють за допомогою ерліфта, підключеного до пристрою напірної аерації. Засіб видалення води виконаний у вигляді центрального вертикального колектору, який з'єднує дно ємності пристрою з вертикальною трубою, розташованою вище біофільтру (патент RU № 2058942, опубл. 27.04.1992р., МПК: C02F3/00).

Недоліком цього прототипу є наявність спеціальних засобів для рециркуляції мулової суміші в ємності пристрою. При цьому подача стічної води в ємність на верхню кромку біофільтру призводить до часткового змиву бактеріальної плівки на поверхні біофільтру та його частинах, що знижує надійність роботи пристрою. Також збір очищеної води для видалення в донній частині ємності знижує якість води на виході з пристрою. Використання в якості біофільтру гранульованої фільтруючої загрузки не дозволяє при видаленні очищеної води витісненням виконувати тонкошарове відстоювання, яке покращує якість очищеної води. Причому використання центрального вертикального колектору для видалення води ускладнює конструкцію пристрою.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити спосіб очистки стічної води, який повинен забезпечувати можливість очистки певної кількості стічної води без неконтрольованого вливання нових порцій стічної води на певних етапах очистки до закінчення циклу очистки та отримання заданого рівня очищення води при одночасному зниженні енерговитрат, що досягається створенням умов, за яких одночасно відбуваються стабільні процеси нітрифікації і денітрифікації та процес відстоювання води.

Поставлена задача досягається також створенням умов для здійснення попереднього накопичення стічної води та одночасної її попередньої біологічної очистки.

Поставлена задача досягається також запобіганням потрапляння в біореактор першої ступені очистки крупних фракцій забруднень, які може містити стічна вода та швидкої фрагментації таких забруднень.

Поставлена задача досягається також забезпеченням проходження біологічного фільтрування води, яке полягає у додатковому очищенні води під дією мікроорганізмів, та наступного тонкошарового відстоювання води протягом однієї стадії доочистки.

В запропонованому способі очистки стічної води, який полягає в періодичних аерації, перемішуванні, відстоюванні стічної води та видаленні надлишкового мулу і очищеної води, згідно з винаходом, воду подають в біореактор першої ступені очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактору третьої ступені очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першої ступені очистки та біореактором другої ступені очистки та забезпечують подачу води з біореактору другої ступені очистки до біореактору третьої ступені очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другої та третьої ступенів очистки до біореактору першої ступені очистки, а на період відстоювання води в біореакторі третьої ступені очистки припиняють подачу води до біореактору третьої ступені очистки та перекачку мулової суміші з біореактору третьої ступені очистки до біореактору першої ступені очистки, при цьому продовжується циркуляція води та мулової суміші між біореакторами першої та другої ступенів очистки та аерація і перемішування в біореакторах першої та другої ступенів очистки.

Також в запропонованому способі очистки стічної води, згідно з винаходом, стічну воду попередньо накопичують в накопичувальній ємності, в якій періодично здійснюється перемішування та з якої воду подають в біореактор першої ступені очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактору третьої ступені очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першої ступені очистки та біореактором другої ступені очистки та забезпечують подачу води з біореактору другої ступені очистки до біореактору третьої ступені очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другої та третьої ступенів очистки до біореактору першої ступені очистки, щонайменше з одного з біореакторів першої, другої та третьої ступенів очистки здійснюють періодичне перекачування мулової суміші до накопичувальної ємності, а на період відстоювання води в біореакторі третьої ступені очистки припиняють подачу води з біореактору другої ступені очистки до біореактору третьої ступені очистки та перекачку мулової суміші з біореактору третьої ступені очистки до біореактору першої ступені очистки, при цьому продовжується циркуляція води та мулової суміші між біореакторами першої та другої ступенів очистки та аерація і перемішування води в біореакторах першої та другої ступенів очистки.

Подачу води з накопичувальної ємності до біореактору першої ступені очистки здійснюють

переважно після припинення перемішування в накопичувальній ємності.

Також в запропонованому способі очистки стічної води, згідно з винаходом, стічну воду попередньо накопичують в накопичувальній ємності, в якій періодично здійснюється аерація та перемішування та з якої воду подають в біореактор першої ступені очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактору третьої ступені очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першої ступені очистки та біореактором другої ступені очистки та забезпечують подачу води з біореактору другої ступені очистки до біореактору третьої ступені очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другої та третьої ступенів очистки до біореактору першої ступені очистки, а на період відстоювання води в біореакторі третьої ступені очистки припиняють подачу води до біореактору третьої ступені очистки та перекачку мулової суміші з біореактору третьої ступені очистки до біореактору першої ступені очистки, при цьому продовжується циркуляція води та мулової суміші між біореакторами першої та другої ступенів очистки та аерація і перемішування води в біореакторах першої та другої ступенів очистки, при цьому воду в біореактор першої ступені очистки подають з об'єму накопичувальної ємності, обмеженому замкнутою решіткою, в якому здійснюють аерацію води, причому після припинення аерації води в накопичувальній ємності продовжують аерацію води в об'ємі, обмеженому замкнутою решіткою.

За цим варіантом винаходу подачу води з накопичувальної ємності до біореактору першої ступені очистки здійснюють переважно після припинення перемішування та аерації в накопичувальній ємності.

Також в запропонованому способі очистки стічної води, згідно з винаходом, воду подають в біореактор першої ступені очистки після видалення очищеної та відстоюної води з біореактору третьої ступені очистки, забезпечують циркуляцію води та мулової суміші між біореактором першої ступені очистки та біореактором другої ступені очистки та забезпечують подачу води з біореактору другої ступені очистки до біореактору третьої ступені очистки, здійснюють перекачування мулової суміші з біореакторів другої та третьої ступенів очистки до біореактору першої ступені очистки, а на період відстоювання води в біореакторі третьої ступені очистки припиняють подачу води до біореактору третьої ступені очистки та перекачку мулової суміші з біореактору третьої ступені очистки до біореактору першої ступені очистки, при цьому продовжується циркуляція води та мулової суміші між біореакторами першої та другої ступенів очистки та аерація та перемішування води в біореакторах першої та другої ступенів очистки, причому видалення попередньо очищеної та відстоюної води з біореактору третьої ступені очистки здійснюють до пристрою доочистки, в якому аерацію води здійснюють під нижньою частиною зануреного в воду біофільтра, в площині, яка менше площини поперечного перерізу біофільтра, з подальшою подачею води по нахиленим відносно горизонту каналам біофільтра, при цьому воду подають до

пристрою доочистки під нижню частину біофільтра після здійснення в пристрої доочистки аерації, відстоювання води та видалення надлишкового мулу з одночасним витісненням вгору попередньо відстоюної в пристрої доочистки води по нахиленим каналам біофільтра та наступним її видаленням.

Як варіант, циркуляцію води між біореакторами першої та другої ступенів очистки забезпечують перетоком води з біореактору першої ступені очистки до біореактору другої ступені очистки та перекачкою мулової суміші з біореактору другої ступені очистки до біореактору першої ступені очистки.

В основу винаходу також поставлена задача удосконалити пристрій для здійснення способу очистки стічної води, який повинен забезпечувати очистку заданої кількості стічної води та стабільний рівень її очистки не нижче заданого, при підвищенні ефективності енерговитрат, необхідних для досягнення такого рівня очистки, що досягається створенням в пристрої за допомогою технічних засобів умов проходження одночасно стабільних процесів відстоювання води, нітрифікації та денітрифікації.

Поставлена задача також досягається суміщенням в одному пристрої функцій накопичення стічної води та процесу її попереднього очищення.

Поставлена задача також досягається наявністю в накопичувальній ємності засобів для фрагментації крупних забруднень стічної води.

Поставлена задача також досягається суміщенням в одному пристрої біологічного процесу доочищення стічної води під дією мікроорганізмів та процесу тонкошарового відстоювання мулового осаду.

Поставлена задача вирішена тим, що пристрій для здійснення способу очистки стічної води, який включає біореактори двох ступенів очистки, оснащені засобами аерації, перемішування та перекачки мулової суміші, згідно з винаходом, додатково містить біореактор третьої ступені очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачки мулової суміші до біореактору першої ступені очистки, біореактор першої ступені очистки сполучений гідравлічно з біореактором другої ступені очистки, біореактор другої ступені очистки містить засіб подачі води в біореактор третьої ступені очистки та засіб для перекачки мулової суміші в біореактор першої ступені очистки.

Також поставлена задача вирішена тим, що пристрій для здійснення способу очистки стічної води додатково містить накопичувальну ємність, обладнану засобом перемішування та засобом подачі води в біореактор першої ступені очистки, та містить біореактор третьої ступені очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачки мулової суміші до біореактору першої ступені очистки, а біореактор першої ступені очистки гідравлічно сполучений з біореактором другої ступені очистки, біореактор другої ступені очистки містить засіб подачі води в біореактор третьої ступені очистки та засіб для перекачки мулової

суміші в біореактор першої ступені очистки, при цьому принаймні один з біореакторів першої, другої та третьої ступені очистки води містить засіб для перекачки мулової суміші до накопичувальної ємності.

Також поставлена задача вирішена тим, що пристрій для здійснення способу очистки стічної води додатково містить накопичувальну ємність, обладнану засобами аерації та перемішування та засобом подачі води в біореактор першої ступені очистки, та містить біореактор третьої ступені очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачки мулової суміші до біореактору першої ступені очистки, а біореактор першої ступені очистки гідравлічно сполучений з біореактором другої ступені очистки, біореактор другої ступені містить засіб подачі води в біореактор третьої ступені очистки та засіб для перекачки мулової суміші в біореактор першої ступені очистки, при цьому забірний отвір засобу для подачі води до біореактору першої ступені очистки розташовано усередині замкнутої решітки на висоті верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, причому замкнута решітка щонайменше частково розташована нижче верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, а додаткові засоби аерації розташовані в об'ємі, обмеженому замкнутою решіткою.

Як засіб подачі води з накопичувальної ємності у біореактор першої ступені очистки може бути використано помпу.

Також поставлена задача вирішена тим, що пристрій для здійснення способу очистки води додатково містить біореактор третьої ступені очистки, оснащений засобами аерації, засобом видалення води в пристрій доочистки, засобом видалення надлишкового мулу та засобом перекачки мулової суміші до біореактору першої ступені очистки, а біореактор першої ступені очистки гідравлічно сполучений з біореактором другої ступені очистки, біореактор другої ступені містить засіб подачі води в біореактор третьої ступені очистки та засіб для перекачки мулової суміші в біореактор першої ступені очистки, пристрій доочистки включає ємність, засіб видалення води, засіб видалення надлишкового мулу, комірковий біофільтр та засоби аерації, розташовані під біофільтром в зоні, площа якої менше площини поперечного перерізу біофільтра, комірки біофільтра мають вигляд каналів, розташованих під кутом до горизонту, а верхній край біофільтра розташовано нижче мінімально припустимого рівня води в ємності пристрою доочистки, при цьому виливний отвір засобу для видалення води з біореактору третьої ступені очистки розташований під нижнім краєм коміркового біофільтра.

Гідравлічний зв'язок між біореакторами першої та другої ступені очистки може бути виконано у вигляді трубопроводу, розташованого нижче рівня води в біореакторі першої ступені очистки.

Як засоби для перекачки мулової суміші переважно використано ерліфти.

Як засіб подачі води до біореактору третьої ступені очистки переважно використано ерліфт.

Як засіб подачі води до біореактору третьої ступені очистки може бути використано патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів другої та третьої ступені очистки.

Як засіб видалення води з біофільтра третьої ступені очистки може бути використано керований сифон.

Як засіб видалення надлишкового мулу з біореактору третьої ступені очистки може бути використано помпу.

Засіб видалення води в пристрої доочистки стічної води може бути виконаний у вигляді зливного отвору, розташованого у верхній частині його ємності.

В основу винаходу також поставлена задача створити накопичувальну ємність для стічної води, конструкція якої забезпечує суміщення в одному пристрої функцій накопичення стічної води та процесу її очищення з одночасною фрагментацією та затриманням крупних фракцій забруднень, які може містити стічна вода.

Поставлена задача досягається тим, що в накопичувальній ємності для стічної води, що містить засоби аерації, перемішування та засіб видалення води, згідно з винаходом, забірний отвір засобу видалення води розташовано усередині замкнутої решітки на висоті верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, причому замкнута решітка щонайменше частково розташована нижче верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, а додаткові засоби аерації розташовані в об'ємі, обмеженому замкнутою решіткою.

Як варіант, в якості засобу видалення води з накопичувальної ємності для стічної води можливе використання помпи.

В основу винаходу також поставлена задача вдосконалити пристрій доочистки стічної води, який повинен забезпечувати одночасне проходження біологічного доочищення стічної води під дією мікроорганізмів та тонкошарового відстоювання мулового осаду.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій доочистки стічної води, який включає ємність, засіб подачі води, засіб видалення води, засіб видалення надлишкового мулу та біофільтр, згідно з винаходом, додатково містить засоби аерації, розташовані під біофільтром в зоні, площа якої менше площини поперечного перерізу біофільтра, біофільтр має комірки у вигляді каналів, розташованих під кутом до горизонту, а верхній край біофільтра розташовано нижче мінімально припустимого рівня води в ємності пристрою доочистки, при цьому виливний отвір засобу подачі води розташований під нижнім краєм коміркового біофільтра.

Як варіант, засіб видалення води з виконаний у вигляді зливного отвору, розташованого у верхній частині ємності пристрою доочистки стічної води.

Між сукупністю суттєвих ознак способу очистки стічної води та пристрою для його здійснення, на-

копичувальної ємності для січної води та пристрою доочистки стічної води, що заявляються, і технічним результатом, що досягається, існує наступний причинно-наслідковий зв'язок.

Стічна вода, що надійшла на очищення, проходить послідовно з'єднанні між собою біореактори першої, другої та третьої ступені очистки. В кожному з біореакторів першої та другої ступенів очистки шляхом багаторазових періодичних процесів аерації та перемішування вода проходить необхідні цикли процесу біологічної очистки. В біореакторі третьої ступені очистки періодично здійснюють аерацію води, потім він переводиться в режим відстоювання, після якого відбувається видалення очищеної води та осадженого надлишкового мулу, в якому накопичується видалений з води фосфор.

За допомогою засобів перекачки мулової суміші, наприклад, ерліфтів, забезпечують циркуляцію мулової суміші між біореактором другої ступені очистки та біореактором першої ступені очистки, а також біореактором третьої ступені очистки та біореактором першої ступені очистки. За допомогою цих циркуляційних контурів мулова суміш багаторазово потрапляє на одну і ту ж саму ступінь очистки з зміненими показниками кількості нітратів та нітритів, що підвищує ефективність процесу денітрифікації, результатом якого є розщеплення азотовмісних сполук з вивільненням та видаленням азоту в атмосферу. При цьому за рахунок перекачки мулової суміші з біореактору другої ступені очистки в ньому забезпечуються умови дуже малої концентрації органічних сполук, що призводить до покращення протікання процесу нітрифікації, потрібного для отримання нітратів та нітритів.

Також завдяки здійсненню циркуляції води переток з біореактору першої ступені очистки до біореактору другої ступені очистки та перекачкою мулової суміші з біореактору другої ступені очистки до біореактору першої ступені очистки виконують очистку води в біореакторах першої та другої ступенів очистки одночасно з відстоюванням води в біореакторі третьої ступені очистки.

Таким чином, здійснюється одночасно декілька етапів очистки води при гарантованому розділенні їх за місцем проходження, що підвищує якість її очистки при зниженні енерговитрат на очистку води до заданої якості.

Наявність накопичувальної ємності для стічної води, оснащеної засобом для подачі води до біореактору першої ступені очистки, дозволяє створити акумульований об'єм, необхідний для забезпечення потрапляння заздалегідь заданого об'єму води на очистку в біореактор першої ступені після видалення очищеної води з біореактору третьої ступені очистки, що запобігає змішуванню повністю чи частково очищеної води зі новою стічною водою. При цьому наявність засобів перемішування в накопичувальній ємності та перекачування мулової суміші з принаймні одного з біореакторів першої, другої та третьої ступенів очистки води забезпечує початок процесу біологічної очистки води вже в накопичувальній ємності за рахунок контакту нових стічних вод та мулової суміші. Це дозволяє подавати в біореактор першої ступені очистки попередньо очищену воду, що призводить до підвищення якості очистки стічної води та зме-

ншення часу, необхідного для її очистки. Перекачування мулової суміші до накопичувальної ємності здійснюють періодично, при необхідності підтримання в накопичувальній ємності об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення.

Об'єм активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, визначається оптимальною кількістю активного мулу для проведення стабільного процесу біологічної очистки у визначеному об'ємі ємності, наприклад, біореактора. Факторами, які обумовлюють розв'язок та життєздатність активного мулу, який міститься у муловій суміші, є, наприклад, середньодобова температура, наявність живильних речовин, вміст розчиненого в муловій суміші кисню, значення pH, присутність токсинів тощо. Внаслідок впливу цих факторів об'єм активного мулу, мінімально необхідний для стабільного процесу біологічного очищення, може змінюватися. В процесі проведення експериментів винахідником було встановлено, що об'єм активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, може бути від 20% до 30% об'єму накопичувальної ємності. Таким чином, в залежності від об'єму активного мулу та форми виконання накопичувальної ємності визначається висота, на якій необхідно розміщувати отвір засобу для подачі води в біореактор першої ступені очистки, для забезпечення стабільного об'єму активного мулу, мінімально необхідного для процесу біологічного очищення.

Розташування забірної отвори засобу для подачі води до біореактору першої ступені очистки на висоті верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для стабільного процесу біологічного очищення, дозволяє забезпечити постійний рівень активного мулу в накопичувальній ємності, що містить в собі потрібну кількість мікроорганізмів, які здійснюють окислення переробку забруднень, що, відповідно, призводить до стабільного проходження біологічного процесу розкладання розчинених органічних сполук, що містяться у стічній воді.

При проведенні дослідження, здійсненого винахідником стосовно забезпечення затримання на певній стадії очищення крупних фракцій забруднень, які зазвичай містить стічна вода, зроблені наступні висновки.

Додаткові засоби аерації, розташовані усередині об'єму накопичувальної ємності, обмеженому замкнутою решіткою, здійснюють аерацію води в цьому об'ємі, створюючи на замкнутій решітці мікрони тиску під дією бульбашок повітря від аерації. Здійснення одночасно з цим аерації в накопичувальній ємності поза зоною решітки створює тиск бульбашок повітря з іншого боку замкнутої решітки. За рахунок створення мікрон тисків протилежних напрямків в зоні замкнутої решітки здійснюється фрагментація крупних фракцій забруднень стічної води. При розташуванні забірної отвори засобу подачі води до біореактору першої ступені очистки усередині об'єму, обмеженому замкнутою решіткою, дозволяє здійснити подачу до біореактору першої ступені вже попередньо очищену воду та фрагментованих фракцій забру-



ддень, що суттєво зменшує час для очищення води до заданого рівня.

Продовження аерації води усередині об'єму, обмеженому замкнутою решіткою, при припиненні аерації води в накопичувальній ємності поза зоною решітки дозволяє здійснити очистку поверхні замкнутої решітки від нефрагментованих крупних фракцій забруднень, на період подачі води з накопичувальної ємності до біореактору першої ступені очистки.

Також наявність засобів аерації в накопичувальній ємності дозволяє здійснити в ній регулювання процесу біологічної очистки води шляхом зміни ступеню насичення киснем мулової суміші.

Подача води до біореактору першої ступені очистки після перемішування та аерації, у випадку її здійснення, дозволяє запобігти потраплянню з накопичувальної ємності до біореактору першої ступені очистки нефрагментованих забруднень, які містить нова стічна вода.

Надходження води до пристрою доочистки стічної води та здійснення в ньому біологічної фільтрації та тонкошарового відстоювання попередньо очищеної води дозволяє досягти більш високої ступені очистки води, яка необхідна для господарчих потреб, в порівнянні з рівнем очистки води в біореакторах першої, другої та третьої ступенів очистки. Доочистку води здійснюють за допомогою створення в ємності пристрою висхідних потоків води з одночасною їх аерацією та циркуляцією через нахилені відносно горизонту канали біофільтру, який розміщено в ємності. Ці обставини забезпечують періодичний багаторазовий контакт води з поверхнею каналів біофільтру та, відповідно, з зосередженими на цій поверхні мікроорганізмами, що призводить до очищення води від залишків органічних сполук. Здійсненням аерації води в площі, яка менше площі горизонтального перерізу біофільтру, забезпечують утворення в біофільтрі двох зон, різних за хімічними процесами, що в них проходять. В об'ємі, обмеженому площею, де здійснюють аерацію води, проходить процес нітрифікації, після чого вода поступає в зону «кисневого голодування» за межами об'єму, обмеженого площею аерації води. В цій зоні проходить процес денітрифікації. Розташування верхнього краю біофільтра нижче мінімально припустимого рівня води в ємності пристрою доочистки стічної води дозволяє здійснювати циркуляцію води з зони, де переважає процес нітрифікації, в зону, де переважає процес денітрифікації.

Подачею води під нижню частину біофільтру здійснюють витіснення відстоюної води в пристрій доочистки водою з біореактора третьої ступені очистки. При проходженні витісненої води каналами біофільтру відбувається тонкошарове відстоювання частинок мулового осаду, тобто налипання частинок мулу, які не осіли в процесі відстоювання на стінки біофільтру, з подальшим опусканням осажденного мулу по нахиленим стінкам каналів біофільтру під силою власної ваги та подальшою відкачкою їх з пристрою доочистки стічної води за допомогою засобу для відкачки надлишкового мулу.

Можливе виконання засобу видалення води у вигляді зливного отвору, розташованого у верхній

частині ємності, спрощую конструкцію пристрою та підвищує його надійність.

Для пояснення суті винаходу нижче наведено приклади конкретних виконань пристрою для здійснення способу очистки води згідно з варіантами і описано спосіб, який може бути реалізований за умови використання кожного з варіантів цього пристрою, а також приклади конкретних виконань накопичувальної ємності для стічної води та пристрою доочистки стічної води. Приклади ілюструються кресленнями, на яких схематично показано зазначені пристрої. Креслення, що пояснюють винахід, а також наведені приклади конкретних виконань варіантів способу і пристрою для його здійснення, а також накопичувальної ємності та пристрою доочистки стічної води, ніяким чином не обмежують обсяг домагань, викладений у формулі, а тільки пояснюють суть винаходу.

На Фіг.1 представлено пристрій для здійснення очистки стічної води з трьома біореакторами;

На Фіг.2 представлено пристрій для здійснення очистки стічної води з трьома біореакторами та накопичувальною ємністю;

На Фіг.3 представлено пристрій для здійснення очистки стічної води з трьома біореакторами та накопичувальною ємністю;

На Фіг.4 представлено пристрій для здійснення очистки стічної води з трьома біореакторами та пристроєм для доочистки;

На Фіг.5 представлено пристрій для здійснення очистки стічної води з трьома біореакторами, в якому як засіб подачі води в біореактор третьої ступені використано ерліфт;

На Фіг.6 представлено загальний вид накопичувальної ємності для стічної води;

На Фіг.7 представлено загальний вид пристрою доочистки стічної води.

Пристрій для очистки стічної води (Фіг.1) містить біореактор 1 першої ступені очистки, біореактор 2 другої ступені очистки та біореактор 3 третьої ступені очистки. Кожен з біореакторів 1, 2 та 3 виконано у вигляді ємності, яку виготовляють, наприклад, з поліпропілену.

Ємності біореакторів 1, 2 та 3 обладнані засобами аерації 4. Засоби аерації 4 можуть бути виконані у вигляді розпилювачів, розташованих на дні ємності та з'єднаних повітропроводом щонайменше з одним компресором.

Ємності біореакторів 1 та 2 обладнані засобами перемішування 5. Засоби перемішування 5 можуть бути виконані у вигляді мішалок, наприклад, лопатевих гвинтів або шнеків, розташованих усередині ємності біореакторів 1 та 2 і з'єднаних з електроприводом. Найкращим варіантом здійснення засобу перемішування 5 для запропонованого технічного рішення є розташування в ємності біореактору розпилювачів, аналогічних засобам аерації, але з більш інтенсивним режимом подачі повітря, або періодичне збільшення інтенсивності подачі повітря в засобах аерації 4, за рахунок чого в ємності біореактора буде здійснюватися перемішування мулової суміші.

Біореактори 1 та 2 сполучені між собою трубопроводом 6, який розташовано нижче рівня води в біореакторі 1.

Біореактор 2 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 7 в біореактор 1 та засобом подачі води 8 до біореактору 3. В якості засобу перекачки мулової суміші 7 в біореактор 1 використано ерліфт. Засіб подачі води 8 виконано у вигляді патрубку, який сполучає верхні частини біореакторів 2 та 3 або у вигляді ерліфту, який перекачує воду до біореактору 3 (Фіг.5).

Біореактор 3 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 9, засобом видалення надлишкового активного мулу 10 та засобом видалення води 11. В якості засобу перекачки активного мулу 9 використано ерліфт. В якості засобу видалення осадженого надлишкового мулу 10 використано помпу. Видалення надлишкового мулу може здійснюватися, наприклад, до мулової ємності, якою, як правило, обладнано пристрої очистки стічної води. В якості засобу видалення води 11 використано керований сифон. Видалення води може здійснюватися, наприклад, до системи відведення води на господарські потреби або до системи доочищення, яка може бути обладнана фільтром або мембранним модулем для отримання більш очищеної води або води з певними якостями.

Спосіб очистки стічної води за вищеописаним пристроєм здійснюють наступним чином.

Стічна вода надходить до біореактора 1, в якому за допомогою засобів аерації 4 та засобів перемішування 5 відбувається періодична аерація води та її перемішування. З біореактору 1 через трубопровід 6 воду подають до біореактору 2. В біореакторі 2 також відбуваються періодична аерація води та її перемішування. Потім воду подають за допомогою засобу подачі води 8 до біореактору 3. В біореакторі 3 відбувається періодична аерація води. При цьому мулову суміш перекачують засобом перекачки мулової суміші 7 з біореактору 2 до біореактору 1 та засобом перекачки мулової суміші 9 з біореактору 3 до біореактору 1. При досягненні максимального рівня води в біореакторі 3 припиняють подачу води з біореактору 2 до біореактору 3 здійснюється в залежності від виконання засобу подачі води 8 та можливе, наприклад, припинення подачі води в біореактор 1 та стоком залишку води з патрубка в біореактор 3 або припинення роботи ерліфту. Також припиняють перекачку мулової суміші з біореактору 3. Після цього в біореакторі 3 здійснюють відстоювання води, під час якого припиняють її аерацію. Одночасно з цим здійснюють циркуляцію мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 перетоком води по трубопроводу 6 в біореактор 2 та перекачкою мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 засобом перекачки мулової суміші 7. Після відстоювання воду видалають з біореактору 3 за допомогою засобу видалення води 11. При необхідності за допомогою засобу видалення надлишкового мулу 10 відкачують з біореактору 3 осаджений надлишковий мул. Наступну порцію води на очищення подають до біореактору 1 після видалення очищеної води та осадженого надлишкового мулу з біореактору 3.

За варіантом виконання (Фіг.2) пристрій для здійснення очистки стічної води містить біореактор 1 першої ступені очистки, біореактор 2 другої ступені

пелі очистки та біореактор 3 третьої ступені очистки та накопичувальну ємність 4. Кожен з біореакторів 1, 2 та 3 виконано у вигляді ємності.

Ємності біореакторів 1, 2 та 3 обладнані засобами аерації 5.

Ємності біореакторів 1, 2 та накопичувальну ємність 4 обладнано засобами перемішування 6.

Біореактори 1 та 2 сполучені між собою трубопроводом 7, який розташований нижче рівня води в біореакторі 1.

Біореактор 2 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 8 в біореактор 1 та засобом подачі води 9 до біореактору 3. В якості засобу перекачки мулової суміші 8 в біореактор 1 використано ерліфт. Як засіб подачі води 9 використано патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів 2 та 3.

Біореактор 3 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 10 в біореактор 1, засобом видалення надлишкового активного мулу 11 та засобом видалення води 12. В якості засобу перекачки активного мулу 10 використано ерліфт. В якості засобу видалення осадженого надлишкового мулу 11 використано помпу. В якості засобу видалення води 12 використано керований сифон.

Накопичувальну ємність 4 обладнано засобом подачі води 13 в біореактор 1. В якості засобу подачі води 13 використано помпу.

Принаймні один з біореакторів 1, 2 та 3 (за цим варіантом - біореактор 3) містить засіб для перекачки мулової суміші 14 в накопичувальну ємність 4. Як засіб для перекачки мулової суміші 14 використано ерліфт.

Спосіб очистки стічної води за вищеописаним варіантом пристрою здійснюють наступним чином.

Стічна вода надходить до приймальної ємності 4, в якій періодично здійснюють її перемішування за допомогою засобів перемішування 6. За допомогою засобу подачі води 13 воду перекачують з накопичувальної ємності 4 до біореактору 1. В біореакторі 1 за допомогою засобів аерації 5 та засобів перемішування 6 відбувається періодична аерація води та її перемішування. З біореактору 1 через трубопровід 7 воду подають до біореактору 2. В біореакторі 2 також відбуваються періодична аерація води та її перемішування. Потім воду подають за допомогою засобу подачі води 9 до біореактору 3. В біореакторі 3 відбувається періодична аерація води. При цьому мулову суміш перекачують засобом перекачки мулової суміші 8 з біореактору 2 до біореактору 1, засобом перекачки мулової суміші 10 з біореактору 3 до біореактору 1, а також здійснюють періодичну перекачку мулової суміші засобом перекачки мулової суміші 14 принаймні з одного з біореакторів 1, 2 та 3 (за цим варіантом - з біореактору 3) до накопичувальної ємності 4. При досягненні максимального рівня води в біореакторі 3 припиняють подачу води з біореактору 2 до біореактору 3. Також припиняють перекачку мулової суміші з біореактору 3 до біореактору 1 та перекачку мулової суміші до накопичувальної ємності 4. Після цього в біореакторі 3 здійснюють відстоювання води, під час якого припиняють її аерацію. Одночасно з цим здійснюють циркуляцію мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 перетоком води по трубопроводу 7 в біореактор 2 та перекачкою мулової суміші з біо-

реактору 2 до біореактору 1 засобом перекачки мулової суміші 8. Після відстоювання воду видаляють з біореактору 3 за допомогою засобу видалення води 12. При необхідності відкачують з біореактору 3 осаджений надлишковий мул за допомогою засобу видалення осадженого надлишкового мулу 11. Наступну порцію води на очищення подають до біореактору 1 після видалення очищеної води та осадженого надлишкового мулу з біореактору 3 та після припинення перемішування в накопичувальній ємності 4.

За наступним варіантом виконання (Фіг.3) пристрій для здійснення очистки стічної води містить біореактор 1 першої ступені очистки, біореактор 2 другої ступені очистки та біореактор 3 третьої ступені очистки та накопичувальну ємність 4. Кожен з біореакторів 1, 2 та 3 виконано у вигляді ємності.

Ємності біореакторів 1, 2, 3 та накопичувальну ємність 4 обладнано засобами аерації 5.

Ємності біореакторів 1, 2 та накопичувальну ємність 4 обладнано засобами перемішування 6.

Біореактори 1 та 2 сполучені між собою трубопроводом 7, який розташований нижче рівня води в біореакторі 1.

Біореактор 2 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 8 в біореактор 1 та засобом подачі води 9 до біореактору 3. В якості засобу перекачки мулової суміші 8 в біореактор 1 використано ерліфт. Як засіб подачі води 9 використано патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів 2 та 3.

Біореактор 3 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 10, засобом видалення надлишкового активного мулу 11 та засобом видалення води 12. В якості засобу перекачки активного мулу 10 використано ерліфт. В якості засобу видалення осадженого надлишкового мулу 11 використано помпу. В якості засобу видалення води 12 використано керований сифон.

Накопичувальну ємність 4 обладнано засобом подачі води 13 в біореактор 1 з забірним отвором 14 та решіткою 15. Решітка 15 виконана у вигляді замкнутого контуру. Забірний отвір 14 розташований усередині замкнутого контуру решітки 15. Усередині замкнутого контуру решітки 15 розташовано додаткові засоби аерації 16. Додаткові засоби аерації 16 розташовані усередині решітки 15. Висота розташування заборного отвору 14 дорівнює висоті Н верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для процесу біологічного очищення. Решітка 15 розміщена щонайменше частково нижче висоти Н. В якості засобу подачі води 13 використано помпу.

Спосіб очистки стічної води за наступним варіантом пристрою здійснюють наступним чином.

Стічна вода надходить до накопичувальної ємності 4, в якій періодично здійснюють її перемішування за допомогою засобів перемішування 6 та аерація за допомогою засобів аерації 5. За допомогою засобу подачі води 13 воду подають з накопичувальної ємності 4 до біореактору 1. Подачу води здійснюють через забірний отвір 14 з об'єму, обмеженому замкненим контуром решітки 15. Одночасно з аерацією води в накопичувальній ємності 4 здійснюють аерацію води усередині контуру, утвореного замкненою решіткою 15, за допомогою додаткових засобів аерації 16. При припи-

ненні аерації води в накопичувальній ємності 4 продовжують аерацію усередині замкнутого контуру, утвореного решіткою 15.

При надходженні води до біореактора 1 за допомогою засобів аерації 5 та засобів перемішування 6 в ньому відбувається періодична аерація води та її перемішування. З біореактору 1 через трубопровід 7 воду подають до біореактору 2. В біореакторі 2 також відбуваються періодична аерація води та її перемішування. Потім воду подають за допомогою засобу подачі води 9 до біореактору 3. В біореакторі 3 відбувається періодична аерація води. При цьому мулову суміш перекачують засобом перекачки мулової суміші 8 з біореактору 2 до біореактору 1 та засобом перекачки мулової суміші 10 з біореактору 3 до біореактору 1. При досягненні максимального рівня води в біореакторі 3 припиняють гідравлічний зв'язок між біореакторами 2 та 3. Також припиняють перекачку мулової суміші з біореактору 3 до біореактору 1. Після цього в біореакторі 3 здійснюють відстоювання води, під час якого припиняють її аерацію. Одночасно з цим здійснюють циркуляцію мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 перетоком води по трубопроводу 7 в біореактор 2 та перекачкою мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 засобом перекачки мулової суміші 8. Після відстоювання воду видаляють з біореактору 3 за допомогою засобу видалення води 12. При необхідності відкачують з біореактору 3 осаджений надлишковий мул за допомогою засобу видалення осадженого надлишкового мулу 11. Наступну порцію води на очищення подають до біореактору 1 після видалення очищеної води та осадженого надлишкового мулу з біореактору 3 та після припинення перемішування та аерації в накопичувальній ємності 4.

За наступним варіантом виконання (Фіг.4) пристрій для здійснення очистки стічної води містить біореактор 1 першої ступені очистки, біореактор 2 другої ступені очистки, біореактор 3 третьої ступені очистки та пристрій доочистки 4. Кожен з біореакторів 1, 2 та 3 виконано у вигляді ємності.

Ємності біореакторів 1, 2 та 3 обладнані засобами аерації 5.

Ємності біореакторів 1 та 2 обладнані засобами перемішування 6.

Біореактори 1 та 2 сполучені між собою трубопроводом 7, який розташований нижче рівня води в біореакторі 1.

Біореактор 2 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 8 в біореактор 1 та засобом подачі води 9 до біореактору 3. В якості засобу перекачки мулової суміші 8 в біореактор 1 використано ерліфт. Як засіб подачі води 9 використано патрубок, який сполучає верхні частини біореакторів 2 та 3.

Біореактор 3 обладнаний засобом перекачки мулової суміші 10 до біореактору 1, засобом видалення надлишкового активного мулу 11 та засобом видалення води 12. В якості засобу перекачки активного мулу 10 використано ерліфт. В якості засобу видалення осадженого надлишкового мулу 11 використано помпу. В якості засобу видалення води 12 використано керований сифон.

Пристрій доочистки стічної води 4 містить засоби аерації 5, розташовані в ємності 13, засіб для

видалення води 14, засіб для видалення надлишкового мулу 15 та комірковий біофільтр 16. Комірковий біофільтр 16 містить канали 17, верхній край 18 та нижній край 19. Канали 17 розташовані під кутом  $\alpha$  до горизонту. Верхній край 18 розташований нижче мінімально припустимого рівня води  $H_1$  в ємності 13. Засоби аерації 5 розташовані під нижнім краєм 19 в площині  $S_1$ , яка менше ніж площа  $S$  поперечного перерізу коміркового біофільтру 16. Виливний отвір 20 засобу видалення води 12 розташовано під нижнім краєм 19. Засобом для видалення води 14 є зливний отвір, розташований у верхній частині ємності 13.

Спосіб очистки стічної води за наступним варіантом пристрою здійснюють наступним чином.

Стічна вода надходить до біореактора 1, в якому за допомогою засобів аерації 5 та засобів перемішування 6 відбувається періодична аерація води та її перемішування. З біореактору 1 через трубопровід 7 воду подають до біореактору 2. В біореакторі 2 також відбуваються періодична аерація води та її перемішування. Потім воду подають за допомогою засобу подачі води 9 до біореактору 3. В біореакторі 3 відбувається періодична аерація води. При цьому мулову суміш перекачують засобом перекачки мулової суміші 8 з біореактору 2 до біореактору 1 та засобом перекачки мулової суміші 10 з біореактору 3 до біореактору 1. При досягненні максимального рівня води в біореакторі 3 припиняють гідравлічний зв'язок між біореакторами 2 та 3. Також припиняють перекачку мулової суміші з біореактору 3. Після цього в біореакторі 3 здійснюють відстоювання води, під час якого припиняють її аерацію. Одночасно з цим здійснюють циркуляцію мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 перетоком води по трубопроводу 7 в біореактор 2 та перекачкою мулової суміші з біореактору 2 до біореактору 1 засобом перекачки мулової суміші 8. Після відстоювання воду видаляють з біореактору 3 за допомогою засобу видалення води 12. При необхідності за допомогою засобу видалення надлишкового мулу 11 відкачують з біореактору 3 осаджений надлишковий мул. Видалення води з біореактору 3 здійснюють до пристрою доочистки стічної води 4 через виливний отвір 20 під нижню частину 19 коміркового біофільтру 16. Потім в пристрої доочистки стічної води 4 за допомогою засобів аерації 5 здійснюють аерацію води під нижньою частиною 19 коміркового біофільтру 16 в об'ємі, обмеженому площею  $S_1$  та подачу води по каналам 17 вгору. При цьому вода в пристрої доочистки стічної води 4 циркулює по каналам 17 вгору в об'ємі, обмеженому площею  $S_1$ , та по каналам 17 вниз за межами об'єму, обмеженому площиною  $S_1$ . Після припинення аерації в пристрої доочистки стічної води 4 здійснюють відстоювання води з наступним видаленням осадженого надлишкового мулу за допомогою засобу видалення надлишкового мулу 15. Після чого здійснюють подачу води в пристрій доочистки стічної води 4 через виливний отвір 20 засобу видалення води 12. При цьому новою порцією води витісняють доочиснену та відстоюну в пристрої доочистки стічної води 4 воду вгору по каналам 17 коміркового біофільтру 16 та далі через зливний отвір засобу видалення води 14 здійснюють

снюють видалення води з пристрою доочистки стічної води 4.

Наступну порцію води на очищення подають до біореактору 1 після видалення очищеної води та осадженого надлишкового мулу з біореактору 3.

Накопичувальна ємність для січної води (Фіг.6) містить ємність 1, засіб видалення води 2 з забірним отвором 3 та решіткою 4. Решітка 4 виконана у вигляді замкнутого контуру. Забірний отвір 3 розташований усередині замкнутого контуру решітки 4. Ємність 1 обладнано засобами аерації 5 та засобами перемішування 6. Усередині замкнутого контуру решітки 4 розташовано додаткові засоби аерації 7. Висота розташування забірного отвору 3 дорівнює висоті  $H$  верхньої межі об'єму активного мулу, мінімально необхідного для процесу біологічного очищення. Решітка 4 розміщена щонайменше частково нижче висоти  $H$ . В якості засобу видалення води 2 використано може бути помпу.

Накопичувальну ємність для стічної води використовують наступним чином.

Стічна вода надходить у ємність 1, в якій періодично здійснюють її перемішування за допомогою засобів перемішування 6 та аерація за допомогою засобів аерації 5. Одночасно з аерацією води в ємності 1 здійснюють аерацію води усередині контуру, утвореного замкнутою решіткою 4 за допомогою додаткових засобів аерації 7. Далі видалення води з ємності 1 здійснюють через забірний отвір 3 засобу видалення води 2 з об'єму, обмеженому замкненим контуром решітки 4. При припиненні аерації води в ємності 1 продовжують аерацію усередині замкнутого контуру, утвореного решіткою 4.

Пристрій доочистки стічної води (Фіг.7) містить ємність 1 та розташовані в ній засіб подачі води 2, засіб для видалення води 3, засоби аерації 4, засіб для видалення надлишкового мулу 5 та комірковий біофільтр 6. Комірковий біофільтр 6 містить канали 7, верхній край 8 та нижній край 9. Канали 7 розташовані під кутом  $\alpha$  до горизонту. Верхній край 8 розташований нижче мінімально припустимого рівня води  $H_1$  в ємності 1. Засоби аерації 4 розташовані під нижнім краєм 9 в площі  $S_1$ , яка менше ніж площа  $S$  поперечного перерізу коміркового біофільтру 6. Виливний отвір 10 засобу подачі води 2 розташовано під нижнім краєм 9. Засобом для видалення води 3 є зливний отвір, розташований у верхній частині ємності 1.

Пристрій доочистки стічної води використовують наступним чином.

У ємність 1 здійснюють подачу води за допомогою засобу подачі води 2. Подача води відбувається через виливний отвір 10 під нижню частину 9 коміркового біофільтру 6. Потім в ємності 1 за допомогою засобів аерації 4 здійснюють аерацію води під нижньою частиною 9 коміркового біофільтру 6 в об'ємі, обмеженому площею  $S_1$  та подачу води по каналам 7 вгору. При цьому вода в пристрої доочистки стічної води циркулює по каналам 7 вгору в об'ємі, обмеженому площею  $S_1$ , та по каналам 7 вниз за межами об'єму, обмеженому площею  $S_1$ . Після припинення аерації в ємності 1 здійснюють відстоювання води з наступним видаленням осадженого надлишкового мулу за допомогою засобу видалення надлишкового мулу 5.

Після чого здійснюють наступну подачу води в ємність 1 через виливний отвір 10. При цьому новою порцією води витісняють доочищену та відстояну в ємності 1 воду вгору по каналам 7 коміркового біофільтру 6 та далі через зливний отвір засобу видалення води 3 здійснюють видалення води з пристрою доочистки стічної води.

#### Приклад

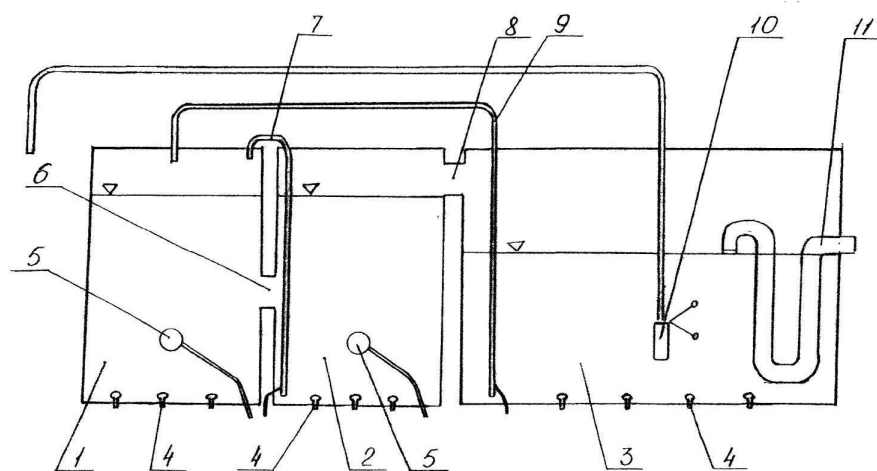
Пристрій за п.1-10 формули для здійснення способу очистки води за п. 11-45 приєднано до системи каналізації невеликого готелю таким чином, що стічні води з вихідного трубопроводу системи каналізації потрапляють у накопичувальну ємність. При надходженні стічних вод в накопичувальну ємність здійснюється первинна біологічна очистка, затримання та фрагментація грубих забруднень шляхом їх інтенсивної аерації та перемішуванням повітрям, затримання піску. Надалі вода, позбавлена грубих забруднень, подається в біореактор першої ступені очистки, куди також перекачується ерліфтом частина зворотної мулової суміші із біореактору третьої ступені очистки. У біореакторі першої ступені очистки вода частково біологічно очищується, піддаючись циклічно повторюваним процесам аерації та перемішування при дефіциті повітря, завдяки чому тут також відбувається процес денітрифікації за наявності нітритів та нітратів, що потрапили із муловою сумішшю з біореактору третьої ступені очистки, та легко окислювальної органіки, яка надійшла разом з новими стічними водами. Вода, яка пройшла оброблення в біореакторі першої ступені очистки, перетікає самопливом в біореактор другої ступені очистки, в якому також знаходиться частина зворотної мулової суміші, захищена від дії токсичних речовин, що можуть надійти до пристрою. При перекачуванні води далі у біореактор третьої ступені очистки за допомогою ерліфту видувається піна в біореактор другої ступені очистки. В біореакторі другої ступені очистки вода також піддається циклічно повторюваним процесам аерації та перемішування. Оскільки в біореакторі першої ступені очистки окислюється більше 50% органічних сполук, в біореакторі другої ступені очистки починається процес нітрифікації. Оскільки в біореакторі другої ступені очистки, так як і в біореакторі першої ступені очистки, із зворотною муловою сумішшю, потрапляють нітрити та нітрати - тут паралельно проходять два процеси - нітрифікація та денітрифікація. По мірі окислення органіки процес нітрифікації починає домінувати. Частково очищена вода з біореактору другої ступені очистки перекачується ерліфтом або перетікає перетоком в біореактор третьої ступені очистки, при цьому відбувається видалення газів (вуглекислого газу тощо), що утворилися в процесі очистки стічних вод в біореакторах першої та другої ступенів очистки, а

також насичення води киснем з повітря. Через низький вміст органічних речовин в біореакторі третьої ступені очистки, тут здебільше відбувається окислення важко окислювальної органіки та нітрифікація. Процес очистки проходить так, що розчеплення азотовмісних сполук відбувається переважно до нітритів (редокс-потенціал - до 100), що дозволяє провести швидше і ефективніше денітрифікацію (ланцюжок редукції нітритів до газоподібного азоту в цьому випадку коротший, ніж від нітратів). У біореакторі третьої ступені очистки вода піддається аерації з подальшим відстоюванням і відкачуванням попередньо очищених стічних вод сифоном в пристрій доочистки стічної води. При відстоюванні води в біореакторі третьої ступені очистки мулова суміш з біореактору другої ступені очистки перекачується ерліфтом в біореактор першої ступені очистки, з якого повертається перетоком через трубопровід до біореактору другої ступені очистки. Цей процес відбувається багаторазово та супроводжується аерацією та перемішуванням в обох біореакторах зі здійсненням відповідних процесів, описаних в прикладі раніше. Одночасно з відкачуванням попередньо очищеної води в біореакторі третьої ступені очистки відбувається відкачка надлишкового мулу, наприклад, в аеробний стабілізатор. В пристрої доочистки стічної води відбувається аерація води та її циркуляція по каналах пластикового завантаження біофільтру. Остаточні очищені стічні води відводяться з пристрою.

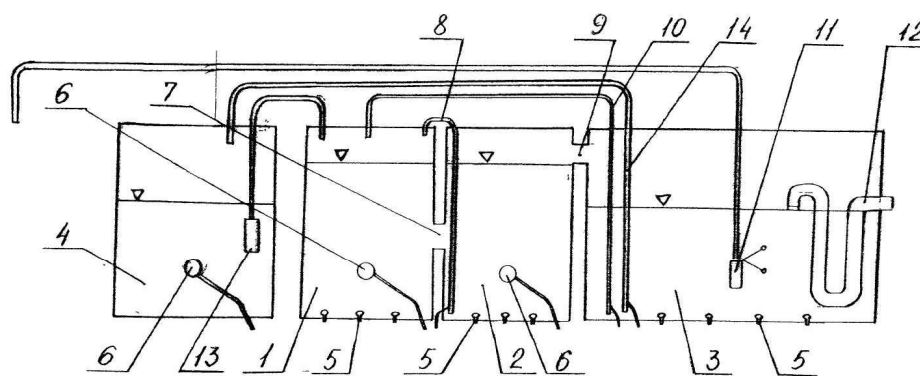
Застосування пристрою, який включає біореактори першої, другої та третьої ступенів очистки, дозволяє здійснити очистку стічної води до стану, який відповідає помірному ступеню забруднення, наприклад, відповідно до СанПин<sup>1</sup> 4630-88. При необхідності більш високої ступені очистки стічної води на виході з пристрою застосовують пристрій доочистки.

У всіх варіантах виконання пристрою для здійснення очистки стічної води біореактори 1, 2, 3 та пристрій доочистки стічної води 4 можуть бути розташовані послідовно каскадом для забезпечення подачі води з однієї ємності в іншу перетоком під дією сили тяжіння на воду, яку очищують.

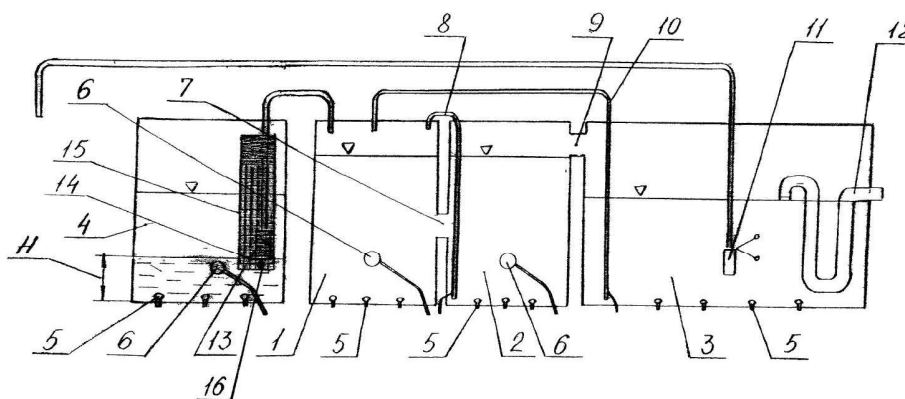
Кожен з заявлених способів очистки стічної води та пристроїв для здійснення зазначених способів, а також накопичувальна ємність для стічної води та пристрій доочистки стічної води дозволяють отримати заданий рівень очищення стічної води при одночасному зниженні енерговитрат в процесі очистки стічної води та зниженні капіталовкладень, потрібних на обладнання пристрою для очистки стічної води і його складових та виключити неконтрольоване вливання нових порцій стічної води на певних етапах очистки до закінчення повного циклу очистки.



Фиг. 1



Фиг. 2

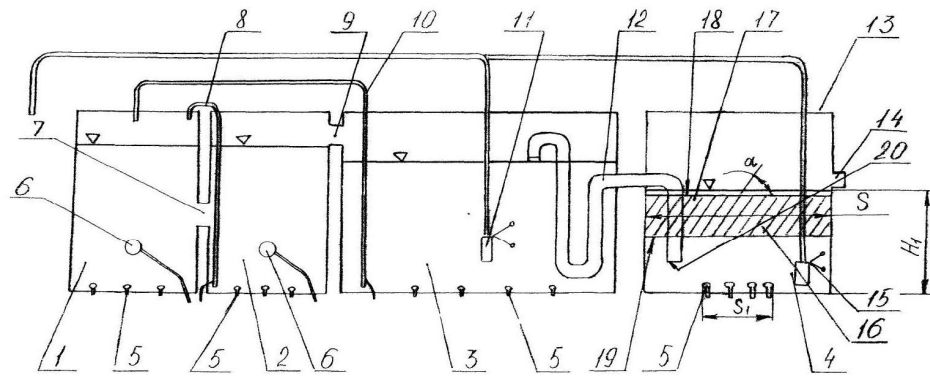


Фиг. 3

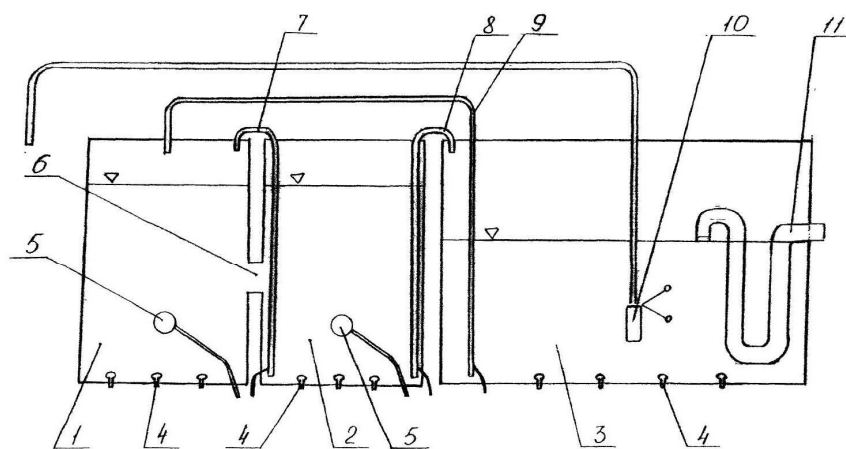
29

87613

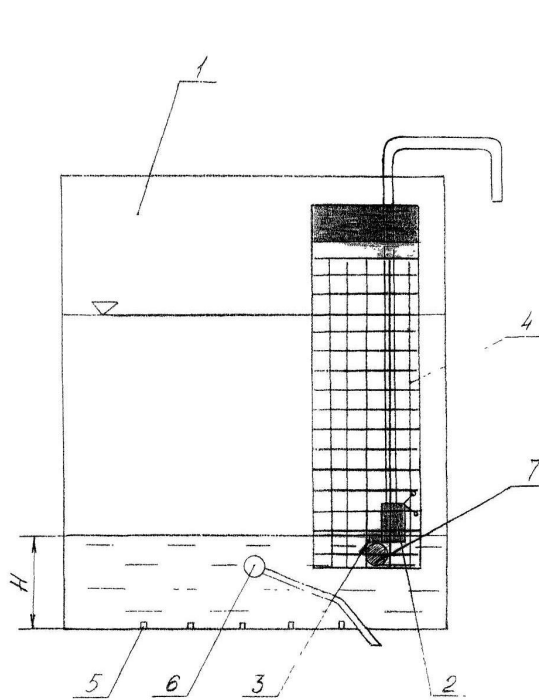
30



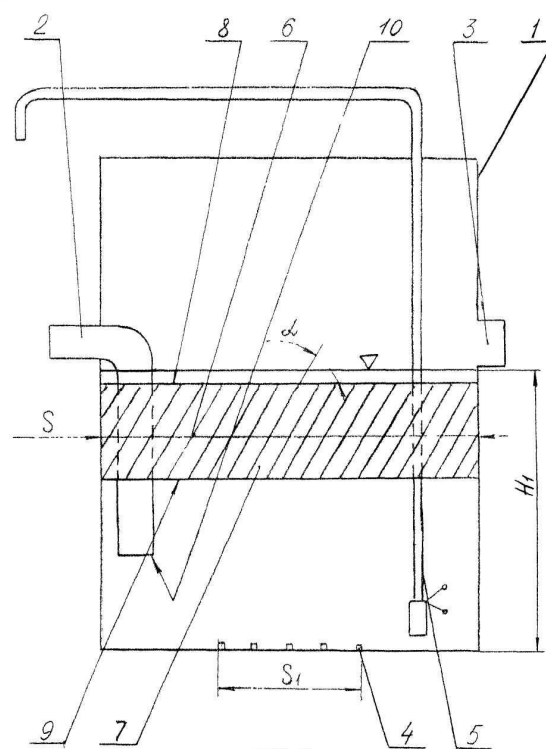
ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7

