**Гарковенко Євген Євгенович. Розвиток фізико-технічних основ технологій зневод-нення дисперсних середовищ, що деформуються : Дис... д-ра наук: 05.15.11 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Гарковенко Є.Є. Розвиток фізико-технічних основ технологій зневоднення дисперсних середовищ, що деформуються. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.11 – «Фізичні процеси гірничого виробництва». – Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ, 2006.  Дисертація присвячена розв‘язанню актуальної наукової проблеми, що полягає в установленні залежності параметрів порового простору осаду від умов його динамічного навантаження, які визначають ефективність процесу механічного зневоднення. На основі дослідження зміни проникності осаду, який знаходиться в переконсолідованому стані, розроблено метод підвищення ефективності фільтрування. Очікуваний річний економічний ефект від впровадження однієї установки СОП-10 з ексцентриковим роликом складає 160 тис. грн.  Для дослідження зміни стану осаду на різних стадіях процесу виконано чисельне комп’ютерне моделювання порового видалення вологи на базі методу дискретних елементів. В лабораторних умовах визначено такі важливі змiни стану осаду, як ущільнення й перебудова структури порового простору в зсувних полях деформацій, що сприяють збільшенню проникності осадів. Виконано дослідження процесів переміщення рідини в мікропорах при зміні проникності по довжині пори.  На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію фільтрування, яка базується на ущільненні осаду й зміні конфігурації його мікропор в полях зсувних деформацій, та проведено її промислову апробацію.  Розроблено й упроваджено в практику збагачення галузеву методику обгрунтування раціональних параметрів процесу зневоднення тонкодисперсних осадів механічними методами, яка дозволяє встановити основні закономірності переміщення межі розділу фаз в поровому середовищі осадів, визначити їх здатність до фільтрування та необхідний час процесу, обгрунтувати раціональні параметри інтенсифікації процесу шляхом накладання зсувних деформацій на осад у переконсолідованному стані, а також параметри фільтрувальної установки в залежності від властивостей початкового живлення. | |
| |  | | --- | | Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, в якій розв'язано актуальну наукову проблему розвитку фізико-технічних основ технологій зневоднення дисперсних середовищ, що деформуються, шляхом визначення залежностей параметрів порового простору тонкодисперсних осадів від їх деформаційних характеристик при накладенні зсувних зусиль, яка має важливе значення для галузей переробки мінеральної сировини. На основі дослідження зміни проникності осаду, що знаходиться в переконсолідованому стані, розроблено метод підвищення ефективності фільтрування.  Основні підсумкові наукові та практичні результати дисертаційної роботи полягають у наступному:  1. Доведено, що процес фільтрування продуктів збагачення складається з двох стадій. Перша стадія гідродинамічна, в ході якої рух твердих частинок визначається обтіканням їх вільною рідиною й зіткненнями частинок. Друга стадія - механіко-фільтраційна, на якій утворюються кластери постійно зв'язаних між собою частинок, що формують структуру осаду й зумовлюють його механічну міцність, яка проявляється у виникненні статичної границі міцності на зсув.  2. При моделюванні процесу перенесення фаз у поровому середовищі осаду одержано залежності максимального часу зневоднення від проникності порового середовища осаду, які мають гіперболічний характер. На кривих виділено три ділянки з різною швидкістю зміни часу зневоднення: перша – для осадів з низькою проникністю (відходи фільтрації): від 2 до 1,210-12 м-2, друга – для осадів з середньою проникністю (з низьким вмістом тонких і глинистих частинок): від 1,3 до 3,310-12 м2, і третя ділянка – для осадів з високим значенням проникності: від 3,410-12 м2 і вище (вугільні шлами, згущені продукти гідроциклонів й піски).  3. Встановлено, що критерієм трудності зневоднення осадів є проникність, чисельне значення якої складає 1,210-12 м2. Осади, що мають значення проникності, нижче за це, відносяться до тих, що важко фільтруються. Регулюючи структуру осадів, досягаємо підвищення їх проникності й, відповідно, зростання показників зневоднення без значного збільшення перепаду тиску. Прикладення зсувних полів деформацій до осаду є ефективним засобом збільшення його проникності.  4. Густина осадів вуглезбагачення змінюється від 1200 до 2000 кг/м3, загальна пористість від 0,3 до 0,6, число пластичності глинистих осадів складає 14-27%, коефіцієнт ущільнення при тиску 0,15 МПа - від 1,510-6 до 0,510-6 м2/Н, а при тиску 1,2 МПа від 0,0110-6 до 0,0310-6 м2/Н. Модуль загальної деформації при тому ж тиску знаходиться в межах 2,5-5 МПа і 15-80 МПа, відповідно. Коефіцієнт фільтрації змінюється при збільшенні тиску від 10-6м/с для зернистих осадів до 10-13 м/с для глинистих переконсолідованих осадів.  5. Осади продуктів збагачення чинять помітний опір зсуву, який перевищуює 0,5 кПа, починаючи із вмісту твердого 0,35-0,72, при цьому середній приріст опору зсуву складає 1,5 кПа на кожну десяту долю розрідженості осаду. При цьому виникає кластерна будова осаду, що надає йому властивості твердого тіла, яке деформується в механіко-фільтраційному режимі.  6. При накладанні полів зсувних деформацій переконсолідовані осади розущільнюються на 5-18%, причому максимум розущільнення наступає після досягнення піку відношення дотичних напружень до нормальних, внаслідок чого коефіцієнт фільтрації збільшується в 2-3,5 разів. Це дозволяє прискорювати процес зневоднення на 15-20%. Недоконсолідовані осади при накладенні зсувних напружень ущільнюються, збільшуючи свою проникність в 1,1-1,2 рази при розкритті тупикових пор і пасток рідкої фази за рахунок перебудови мікроструктури осаду, що також підвищує швидкість зневоднення.  7. Ступінь розущільнення переконсолідованого осаду при зсуві зростає в 1,51 рази зі збільшенням його густини в 1,25 рази при зменшенні величини нормального тиску відносно тиску консолідації. Раціональним режимам зневоднення в зсувних деформаційних полях відповідає логарифмічна залежність ступеня розущільненя від швидкості зсуву.  8. Виникаючі в порі перехідні процеси уповільнюють процес перенесення речовини в порі й видалення вологи. Тривалість перехідних процесів залежить від параметрів порового середовища й дифузійного чинника, який, в свою чергу, пов'язаний з пористістю й проникністю осаду, а також з в'язкістю рідкої фази. При прямо пропорційному законі зміни проникності уздовж пори залежність падіння тиску по довжині пори наближається до прямої лінії, перехідні процеси мають тривалість удвічі меншу в порівнянні з процесами, що відбуваються за нелінійним законом, і протікають в основному на середніх ділянках пори. Для скорочення часу протікання перехідних процесів і прискорення видалення рідини через пори в тонких осадах застосовується динамічна дія на осад, яка сприяє зміні структури пор в осаді, розкриттю тупикових пор і пасток, очищенню пор від тонких частинок. Одним з таких способів є накладення зсувних напружень на осад в певні моменти часу.  9. Істотний опір осаду руху рідини починає проявлятися на кінцевій стадії зневоднення, коли коефіцієнт компресії падає до величини 0,1-0,01 м2/МН і менше. З цієї миті коефіцієнт фільтрації зменшується до 10-7-10-10 м/с в залежності від числа пластичності матеріалу осаду та його гранулометричного складу. З практичної точки зору такий стан для більшості осадів, що були випробувані, настає в момент часу, який складає 0,7-0,8 повного циклу зневоднення. Саме такого критерію за часом слід дотримуватися при обґрунтуванні параметрів нового способу інтенсифікації процесу механічного зневоднення шляхом застосування зсувних полів деформацій.  10. Розроблено нові способи зневоднення й пристрої для їх реалізації. Зокрема, вдосконалено стрічковий фільтр за рахунок ексцентричного розміщення осі роликів, що створює динамічні зсувні деформації в процесі зневоднення осаду. Промислові випробування в умовах збагачувальної установки ЗУ-2 ш. «Глибока» шахтоуправління «Донбас» (м. Донецьк) підтвердили ефективність застосування зсувних деформацій в ущільненому осаді, який мав переконсолідований стан. Накладання зсувних полів в зоні переконсолідованого осаду у момент часу, який становить 0.8 повного циклу зневоднення на апараті, забезпечує зниження вмісту вологи на 3-6% порівняно із звичною технологією зневоднення на стрічковому вакуум-фільтрі. Річний економічний ефект від застосовування однієї установки СОП-10 з ексцентриковим роликом складає 160 тис. грн.  11. Практичні висновки дисертації використано в галузевій методиці «Методика обґрунтування раціональних параметрів зневоднення тонкодисперсних вуглевмісних осадів механічними методами», якапередана і використовується в інститутах УкрНДІвуглезбагачення, НДІГМ, ДонВУГІ, ДонНТУ. | |