

УДК 629.356:519.876.5

М. Я. Сташків, к.т.н.; О. П. Цьонь, к.т.н.; В. М. Антонюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ НАЛИВНОГО ВАНТАЖУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ НАПІВЗАПОВНЕНОЇ ЦИСТЕРНИ

М. Іа.Stashkiv, Ph.D.; O. P. Tson, Ph.D.; V. M. Antoniuk

## SIMULATION OF POUR CARGO MOVEMENT DURING TRANSPORTATION OF A HALF-FILLED TANK

Особливістю перевезення наливних вантажів є те, що вони можуть переміщатися в об'ємі цистерни в процесі транспортування. Коливання рідкого вантажу всередині резервуара призводять до істотного зниження поздовжньої та поперечної стійкості та керованості автотранспортного засобу та збільшують навантаження на конструкцію цистерни. Найбільший вплив на керованість та межу стійкості автоцистерн мають такі фактори, як геометрія резервуара, висота центру ваги, рівень завантаження, поперечне і поздовжнє зміщення центру ваги вантажу при транспортуванні, а також властивості динамічної взаємодії рідини з конструкцією.

Втрата стійкості автоцистерни можлива при несправному розгоні та гальмуванні, переїзді нерівностей, різкій зміні смуги руху та русі по дузі в повороті, особливо у випадках неповного заповнення резервуара цистерни, що характерно для технологічних процесів багатьох сільськогосподарських, паливозаправних, пожежних й інших машин.

Для аналізу переміщення наливного вантажу моделювали цистерну довжиною 11 м та діаметром 1,95 м (рис. 1, а), яка наполовину заповнена рідиною (рис. 1, б).

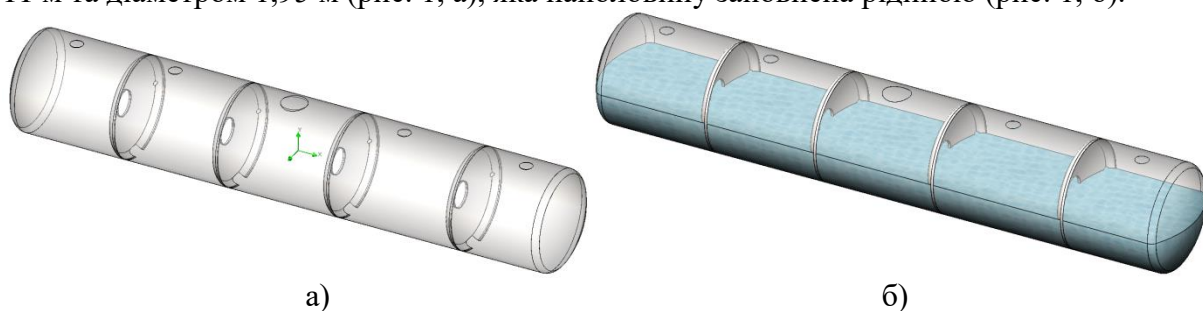


Рисунок 1. Загальний вигляд незаповненої (а) та напівзаповненої (б) цистерни

Імітаційне моделювання здійснювали засобами модуля для гідродинамічних досліджень FlowSimulation, що є частиною програмного комплексу SolidWorks.

У об'ємі цистерни створено сітку кінцевих елементів з числом комірок по осях X, Y та Z відповідно  $32 \times 6 \times 6$ , з ступенем подібнення рівним 6 (рис. 2).

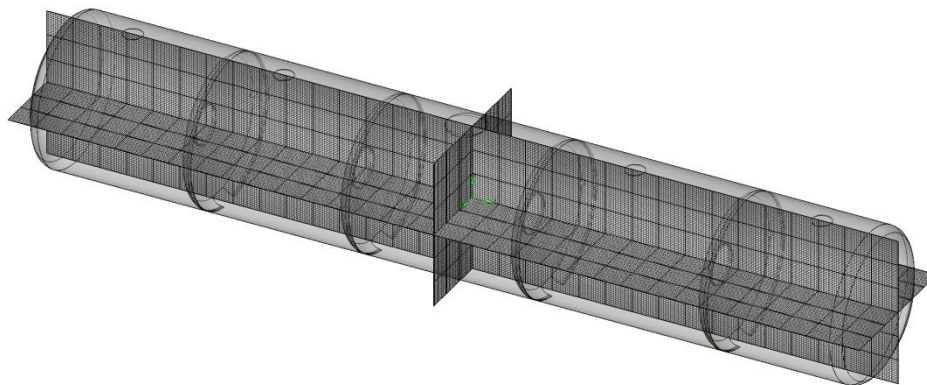


Рисунок 2. Загальний вигляд сітки кінцевих елементів

Загальний об'єм цистерни ( $33 \text{ м}^3$ ) конструктивно розділений на п'ять секцій внутрішніми перегородками (декелями). Кожен декель має по центру круглий отвір.

Для ініціювання руху наливного вантажу в об'ємі цистерни задаємо зовнішнє збурення у вигляді прискорення  $3,5 \text{ м/с}^2$  у напрямку осі X як функцію від часу.

Після розв'язку побудованої імітаційної моделі з'являється можливість аналізувати ряд параметрів модельованого процесу за допомогою засобів візуалізації.

Зокрема, на рис. 3 показано характер коливання наливного вантажу у напівзаповненій цистерні при дії зовнішнього збурення у напрямку осі X.

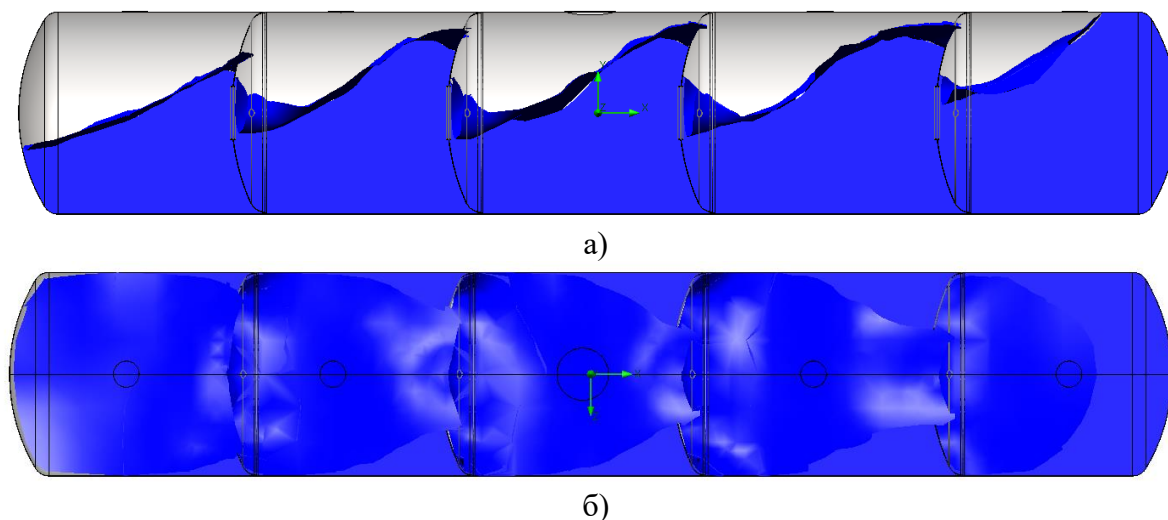


Рисунок 3. Характер коливання наливного вантажу у напівзаповненій цистерні:  
а – вигляд збоку; б – вигляд зверху.

На рис. 4,а показано ізоповерхню перерозподілу тиску наливного вантажу в об'ємі напівзаповненої цистерни за умови зовнішнього збурення.

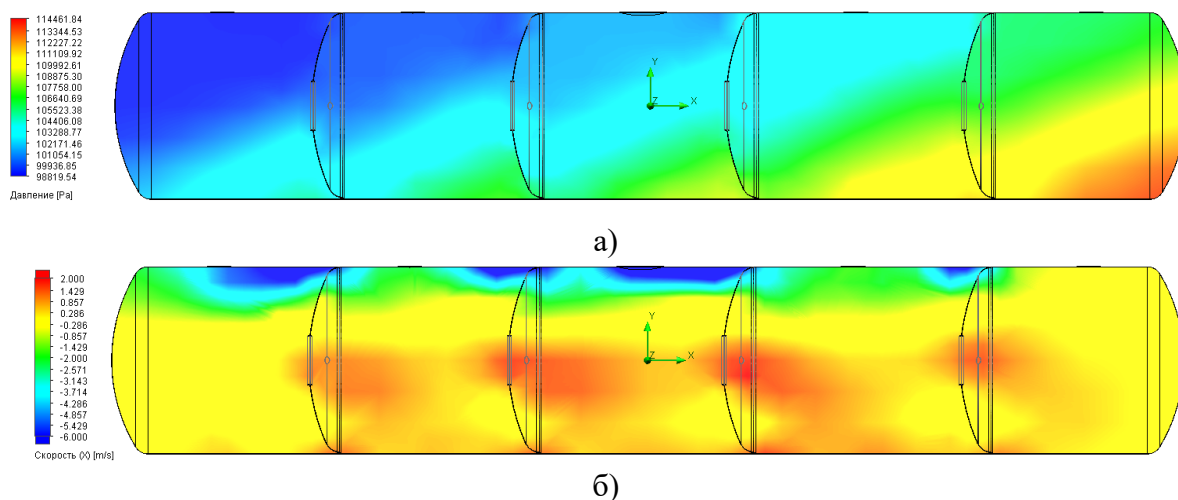


Рисунок 4. Результати імітаційного моделювання руху наливного вантажу в напівзаповненій цистерні:  
а – ізоповерхня тиску в об'ємі цистерни;  
б – ізоповерхня швидкості переміщення наливного вантажу.

На рис. 4, б показано ізоповерхню швидкості переміщення наливного вантажу в об'ємі напівзаповненої цистерни за умови зовнішнього збурення.

Отримані результати імітаційного моделювання руху наливного вантажу в напівзаповненій цистерні дозволяють краще зрозуміти всі особливості цього процесу.