

References:

1. Stefan Leutenegger, Mathieu Jabas, Roland Y. Siegwart. Solar airplane conceptual design and performance estimation // Journal of Intelligent & Robotic Systems, Volume 61, Issue 1-4, 2011. – P. 545-561.
2. A. Noth. Design of Solar Powered Airplanes for Continuous Flight. PhD thesis // Autonomous Systems Laboratory, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, 2008. – 196 p.
3. A. Noth, W. Engel, and R. Siegwart. Design of an ultra-lightweight autonomous solarairplane for continuous flight // Field and Service Robotics. Springer Tracts in Advanced Robotics, Volume 25, 2006. – P. 441-452.
4. William H. Phillips. Some Design considerations for solar powered aircraft, NASA Technical paper 1675 // National Aeronautics and Space Administration, Scientific and Technical Information Office, USA, 1980. – 60 p.
5. Andrew T. Klesh, Pierre T. Kabamba. Solar powered aircraft: energy optimal path planning and perpetual endurance // Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Volume 32, No. 4, 2009. – P. 1320-1329.

Яресковська Я.В.

студент;

Колоскова Г.М.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри теоретичної механіки,

машинознавства і роботомеханічних систем,

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

РОЗРОБКА ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДОЗАТОРА ДЛЯ РІДИН РІЗНОГО СТУПЕНЯ В'ЯЗКОСТІ

Дозування – вимірювання кількості речовини шляхом визначення його маси або об'єму. За структурою робочого циклу дозування буває безперервним або дискретним, а за принципом дії – об'ємним або ваговим.

Для дозування сипких продуктів залежно від конструкції робочого органу застосовують, як правило, об'ємні дозатори – барабанні, тарілчасті, шнекові, мірні ємності та масові – бункерні з противагою.

Рідкі продукти дозують в основному за допомогою мірних ємностей різних конструкцій.

Більшість дозуючої продукції, в тому числі і харчова, є складними багатокомпонентними дисперсними системами, – це суцільні середовища, властивості яких не підкоряються ні закону Гука, ні закону Ньютона, хоча за певних умов вони проявляють і пружні властивості і властивості ньютонівської рідини. У більшості випадків в'язкість або плинність (величина зворотна в'язкості) є найбільш важливою величиною, що визначає різний стан речовини. В'язкість залежить від температури, тиску, вологості або жирності, концентрації або ступеня дисперсності [1, с. 188].

Таким чином до в'язкої продукції умовно можна віднести рідини, що мають значну в'язкість і за відповідних умов можуть її змінювати. Через свої

реологічні характеристики в'язка продукція не може досить швидко витікати через відносно невеликі отвори під дією сили тяжіння тиску верхніх шарів цієї продукції. Тому при формуванні дози та фасування в'язкої продукції в споживчу тару потрібно здійснювати примусове переміщення.

Конструктивне виконання дозуючих і фасувальних пристроїв має враховувати всі особливості фізико-механічних характеристик в'язкої продукції.

Найбільш поширеними є поршневі дозатори які використовуються для дозування практично будь-якої в'язкої продукції і при наявності будь-якої системи подачі продукції. Робочим органом в таких дозаторах є поршень.

Решта різновидів дозаторів для в'язкої продукції такі як мембранні та пневматичні мають недоліки які не дозволяють широко використовувати їх у промисловості. Так мембранні дозатори можна використовувати тільки при формуванні малих доз і для малов'язкої продукції, а пневматичні – високий ступінь аерації продукції та швидке зношування рухомих частин дозатора [2, с. 36].

Проведений аналіз широко поширених поршневих пристроїв для дозування в'язкої продукції дозволяє зробити висновок про наявність в них великої кількості рухомих механізмів (важільна система, поршень, золотник) поломка одного з яких може порушити точність дозування вивести пристрій з ладу. Крім того подібні конструкції ускладнюють процес наповнення декількох ємностей з одного бункера, так як вихід з ладу одного дозатора виводить з ладу цілу машину.

Таким чином актуальною є задача, розробки такої конструктивної схеми дозатора яка дозволила б одночасно наповнювати кілька ємностей і при цьому мала мінімальну кількість рухливих механізмів.

У запропонованій роботі розроблено дві конструктивні схеми таких дозаторів. Для переміщення продукції в них використовується енергія стисненого повітря.

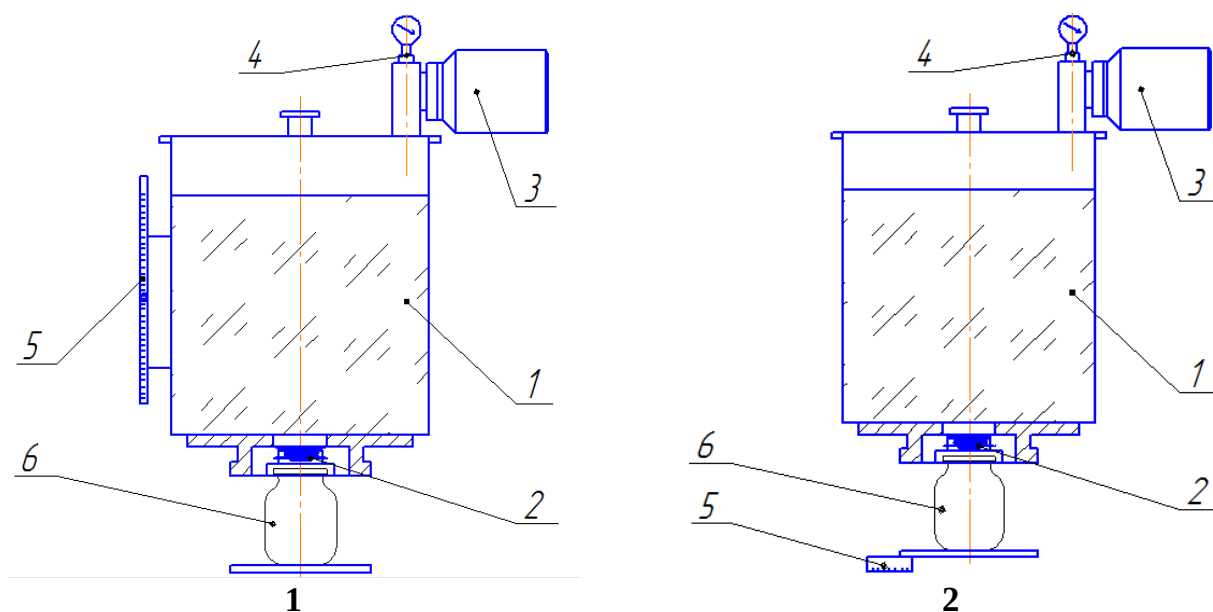


Рис. 1. Принципові схеми дозаторів:

1 – продуктивний бак, 2 – випускний клапан, 3 – насос високого тиску,
4 – манометр, 5 – поплавков (ваговий датчик), 6 – тара

Згідно схеми 1 (рис. 1) дозування продукції відбувається наступним чином. Бункер 1 заповнюється продуктом, який дозується. Конструкція випускного клапана 2 перешкоджає виходу продукту з бункера під своєю вагою. При включенні насоса 3 в бункері створюється надлишковий тиск, з часом воно росте. Досягнувши тиску відкриття випускного клапана, клапан 2 відкривається і рідина надходить у тару.

Поплавковий механізм 5 фіксує рівень рідини в бункері, як тільки заданий обсяг потрапив в тару, поплавковий подає сигнал про вимикання насоса. Після вимкнення насоса 3 в бункері падає тиск і клапан 2 замикає канал виходу продукції під дією пружини. Для підтримки в бункері P_e – експлуатаційний тиску використовується манометр 4, який після закриття клапана дає сигнал на підкачування тиску, так як після виходу рідини воно падає. Тим часом на місці заповненої банки подається порожня тара 6 і цикл повторюється.

Описана модель може бути використана в промисловості при дозуванні рідкої продукції чи продукції малої в'язкості. Використання її для продукції високої в'язкості може привести до великих погрешностей через застосування поплавкової системи. Тому для дозування продукції будь-якої в'язкості може бути запропонована модель 2 в якій замість поплавця системи обліку витрати продукту використовується ваговий датчик розташований на столі під банкою.

З датчика надходить сигнал на включення та вимкнення насоса для нагнітання надлишкового тиску в бункері. Крім більш широкої номенклатури дозованих рідин такий дозатор дозволяє спростити контроль наявності тари під вихідним отвором бункера.

Розрахунок будь-якої з наведених моделей зводиться до визначення надлишкового тиску яке потрібно створити в бункері для витіснення з нього продукту.

Витрата рідини через отвори в атмосферу із закритої судини з тиском на вільній поверхні визначається за формулою [3, с. 376]

$$Q = \mu\varphi\sqrt{2g\left(H + \frac{P_0 - P_a}{\gamma}\right)}, \quad (1)$$

де μ – коефіцієнт витрати отвору рівний $\mu = \varepsilon\varphi$, ε – коефіцієнт стиснення струменя, тобто відношення площі стисненого перерізу струменя до площі отвору; φ – коефіцієнт швидкості отвору $\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}}$, α – коефіцієнт кінетичної енергії потоку, ζ – коефіцієнт місцевого опору отвору; H – висота наповнення бункера рідиною; P_0 – тиск на поверхні рідини; P_a – атмосферний тиск при витіканні в атмосферу; γ – щільність рідини.

Коефіцієнти плинності залежать від числа Рейнольдса Re , особливо при малих його значеннях, однак при Re більше 10^5 вплив сил в'язкісного тертя на коефіцієнти плинності дуже мале і можна вважати їх практично постійними.

Число Рейнольдса обчислюють за формулою

$$Re = \frac{dV}{\nu}$$

де d – діаметр вихідного отвору; V – швидкість витікання ідеальної рідини $V = \sqrt{2gH}$; ν – кінематична в'язкість середовища.

Середні значення коефіцієнтів плинності $\varepsilon, \zeta, \varphi, \mu$ для малих отворів у тонкій стінці і різних насадок при числах Re більше 10^5 наведені довідкових матеріалах.

У випадках, коли число Re менше 10^5 , коефіцієнти плинності знаходять з графіка А.Д. Альтшуля, складеного на підставі дослідів різних авторів.

Таким чином з формули 1 задавшись діаметром вихідного отвору і витратою рідини можна визначити надлишковий тиск який потрібно подати в бак для роботи дозатора

$$P_0 = \left(\frac{Q^2}{2\varphi^2 \mu^2 g} - H \right) \gamma + P_a \quad (2)$$

При цьому необхідно враховувати, що отримане значення надлишкового тиску не може бути менше ніж тиск який необхідний для відкриття випускного клапана.

Розрахунки були проведені для рідин, які відрізняються своєю в'язкістю і щільністю. Для речовин число Re яких більше ніж 10^5 , кінематична в'язкість не впливає на величину надлишкового тиску, але для речовин у яких Re менше 10^5 зростання кінематичної в'язкості призводить до збільшення значення тиску. Очевидно що зі зростанням щільності надлишковий тиск повинен збільшуватися. Відкритим залишається питання впливу співвідношення щільності та в'язкості на значення тиску, оскільки зростання щільності не завжди є умовою зростання кінематичної в'язкості.

Список використаних джерел:

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1 кн. Обладнання для пакування продукції в споживчу тару / за ред. О.М. Гавва. – К. : ІАЦ «Упаковка», 2008. – 436 с.
2. Мусійчук В.М., Гавва О.М. Обладнання для дозування в'язкої продукції // Упаковка. – 2002. – № 2. – С. 36-38
3. Приклади гідравлічних розрахунків: Учеб. Посібник / За ред. А.І. Богомолва – 2 -е вид., Перераб. – М.: Транспорт, 1977. – 526 с.