

Nyomásgenerátor dugattyújának nyomásérték szimulációja

Simulation of pressure value in the pressure generator piston house

BÖLKÉNY Ildi, PhD¹, GODÓ László²

¹Miskolci Egyetem Korszerű Anyagok és Intelligens Technológiák Felsőoktatási Ipari Együtműködési Központ, 3515 Miskolc-Egyetemváros, ildi.bolkeny@uni-miskolc.hu, <https://fiek.uni-miskolc.hu/>

²Miskolci Egyetem Korszerű Anyagok és Intelligens Technológiák Felsőoktatási Ipari Együtműködési Központ, 3515 Miskolc-Egyetemváros, laszlo.godo@uni-miskolc.hu, <https://fiek.uni-miskolc.hu/>

Abstract

During geological research, it is often necessary to conduct measurements under high pressure. In our institute, a complex rock analysis device has been developed, which device includes two pressure generators capable of generating up to 500 bar pressure. In this article, we present the simulation used in the development of the pressure generator, which aided in selecting the material for the piston housing.

Keywords: simulation, high pressure, pressure generator, piston house, SolidWorks

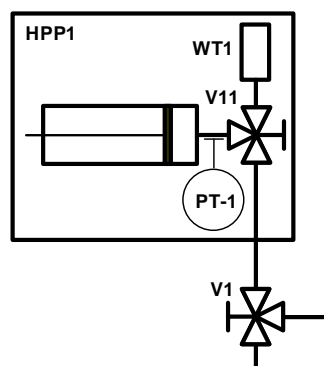
Kivonat

Földtudományos kutatások során gyakran előfordul, hogy méréseket kell végezni magas nyomáson. Intézetünkben kifejlesztésre került egy olyan komplex kőzetvizsgáló berendezés, amely részét képezi két darab nyomásgenerátor amelyek alkalmasak akár 500 bar nyomás generálására. A cikkben a nyomásgenerátor fejlesztésénél alkalmazott szimulációt mutatunk be, amely segítségével a dugattyúház anyagának kiválasztása megtörtént.

Kulcsszavak: szimuláció, magas nyomás, nyomásgenerátor, dugattyúház, SolidWorks

1. BEVEZETÉS

Földtudományos kutatások során gyakran előfordul, hogy méréseket kell végezni magas nyomáson. Ez a magas nyomás akár 1000 bar is lehet. A magas nyomás létrehozásához nyomásgenerátor használnak. Intézetünkben kifejlesztésre került egy olyan komplex kőzetvizsgáló berendezés, amely alkalmas a kőzetek áteresztőképességélt vizsgálni, nyomáslecsengés elvén működik és alkalmas nemcsak földgáz, de hidrogén-földgáz elegy mérésére is. A berendezés részét képezi két darab nyomásgenerátor amelyek alkalmasak akár 500 bar nyomás létrehozására. Térfogat kapacitásuk 100 cm³ térfogat. (1.ábra) [1] [2] [3]

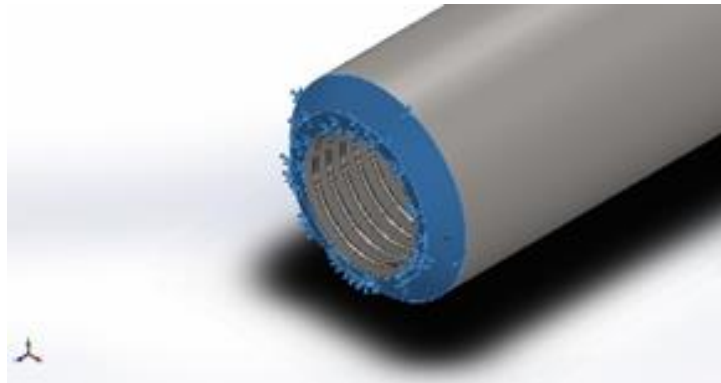


1. ábra. HPP1 nyomásgenerátor

Az ábrán az alábbi jelöléseket láthatjuk HPP1 (High Pressure Pump) – nagynyomású nyomásgenerátor, WT1 (Water Tank) – víztartály, PT-1 (Pressure Transmitter) – nyomástávadó, valamint V1 és V11 (Valve) – szelepek.

- Hőhatás: Be
 - Termikus opció: Tartalmazza a hőmérsékleti terheléseket
 - Nulla alakváltozási hőmérséklet: 298 Kelvin [8] [9]
- A vizsgálatok során az alábbi mértékegységek kerültek alkalmazásra:
- Hossz és elmozdulás: mm (milliméter)
 - Hőmérséklet: K (Kelvin)
 - Szögsebesség: rad/s (radián/másodperc)
 - Nyomás és feszültség N/m^2 (Newton/méter a négyzeten)

Az elemzési modellen két geometriai felületet rögzítettünk, amelyet a 4. ábrán is láthatunk (kékkel – dugattyúház felső részének lesarkalása és dugattyú fedél). Terhelésként mindkét felületre nyomóerőt lett használva $50 N/mm^2$ (MPa – mega Pascal) nagysággal. [10] [11]



4. ábra. Rögzített felületek

3. A HASZNÁLT ANYAGOK

A szimulációk három különböző anyagra lettek elvégezve, amelyek az alábbiak: S185, X6Cr13 és 18CrMo4.

Az S185 egy ötvözetlen szerkezeti acél, felhasználási területe főleg gépipar, építőipar, autó és nehézgép gyártás. [12] [13]

Az X6Cr13 ferrites korrozóálló krómaceél, főként a vegyiparban és az olaj- illetve gázzállítási ágazatokban használatos. Kiemelkedő tulajdonságai és egyedi kémiai összetétele miatt számos fontos iparágban elengedhetetlen alapanyag. A kőolajfinomításnál és a petrokémiai feldolgozásnál például gyakran alkalmazzák oszlopok, desztillációs tálcák, hőcserélők és tornyok gyártásához. Emellett számos élelmiszeripari gép és berendezés alkatrészénél, nyomástartó tartályok beléséhez, kapuszelepek, izzító dobozok, válaszfalak és hűtőrácsok gyártásához is nélkülözhetetlen alapanyagot biztosít. A fém ugyancsak fontos a bányászati és ércfeldolgozási gépek alkatrészének gyártásában. [14] [15]

Az 18CrMo4 egy alacsony szén-dioxid-tartalmú acél, amely legalább 0,9% Cr és 0,15% Mo-t tartalmaz, mint erősítőelemeket az EN10084 szabvány szerint. Jól teljesít feldolgozási folyamatokban, és magas szilárdságú 500-550 °C hőmérsékleten. Az oxidációs ellenállása csökken, és a kúszószilárdság jelentősen csökken, ha a hőmérséklet meghaladja az 550 °C-ot. Az 18CrMo4 hegeszthetősége kiváló, és rendelkezik kiemelkedő megmunkálási és vágási tulajdonságokkal is. [16] [17]

A három anyag fontosabb tulajdonságait az 1. táblázat foglalja össze.

Anyagok összehasonlítása

1. táblázat

Anyag megnevezés	S185	X6Cr13	18CrMo4
Folyáshatár $[N/m^2]$	1,75e+08	2,3e+08	2,75e+08
Szakítószilárdság $[N/m^2]$	2,9e+08	4e+08	4,85e+08
Rugalmassági modulus $[N/m^2]$	2,1e+11	2,2e+11	2,1e+11
Poisson-hányados [-]	0,28	0,28	0,28

Sűrűség [kg/m ³]	7 800	7 700	7 800
Nyírási modulus [N/m ²]	7,9e+10	7,9e+10	7,9e+10
Hőtágulási együttható [1/K]	1,1e-05	1,1e-05	1,1e-05

4. SZIMULÁCIÓ ÉS EREDMÉNYEK

A három használt anyag, a S185, az X6Cr13 és a 18CrMo4 esetén a modell háló (mesh) információit a 2. táblázat foglalja össze. [18]

Háló információk

2. táblázat

Anyag megnevezés	S185	X6Cr13	18CrMo4
Összes csomópont	96997	96997	18913
Összes elem	59599	59599	10020
Maximális oldalarány	34,711	34,711	27,518
Elemek százaléka, ahol az oldalarány kisebb, mint	97,8	97,8	87,6
Elemek százaléka, ahol az oldalarány nagyobb, mint	0,0738	0,0738	0,749

A szimuláció eredményeit a három anyag esetén a következő három táblázat foglalja össze.

S185 eredmény

3. táblázat

Megnevezés	Típus	Minimum	Maximum
Feszültség [N/m ²]	VON: von Mises-feszültség	1,317e-02	5,458e+02
Elmozdulás [mm]	URES: Eredményes elmozdulás	0,000e+00	5,281e-08
Deformáció [-]	ESTRN: Ekvivalens deformáció	1,032e-12	1,260e-09

X6Cr13 eredmény

4. táblázat

Megnevezés	Típus	Minimum	Maximum
Feszültség [N/m ²]	VON: von Mises-feszültség	1,231e-02	5,230e+02
Elmozdulás [mm]	URES: Eredményes elmozdulás	0,000e+00	5,041e-08
Deformáció [-]	ESTRN: Ekvivalens deformáció	9,853e-13	1,203e-09

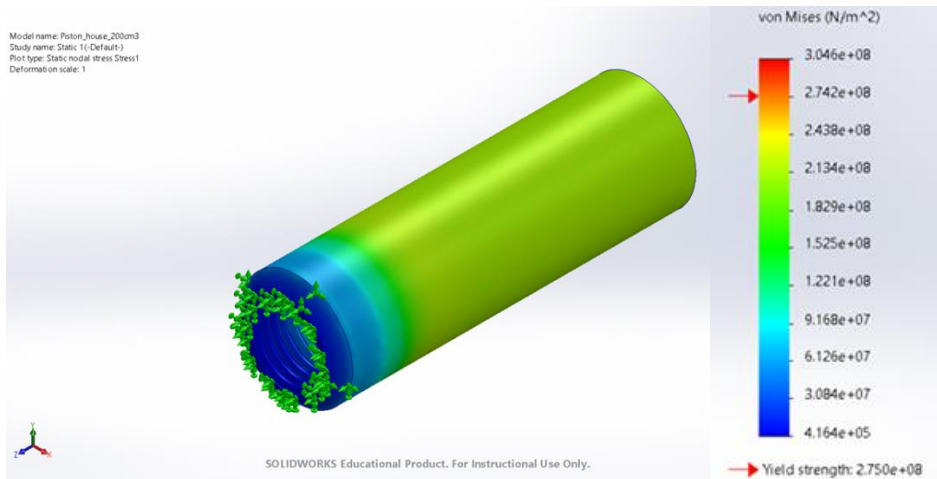
18CrMo4 eredmény

5. táblázat

Megnevezés	Típus	Minimum	Maximum
Feszültség [N/m ²]	VON: von Mises-feszültség	4,164e+05	3,046e+08
Elmozdulás [mm]	URES: Eredményes elmozdulás	0,000e+00	5,294e-02
Deformáció [-]	ESTRN: Ekvivalens deformáció	2,758e-06	1,155e-03

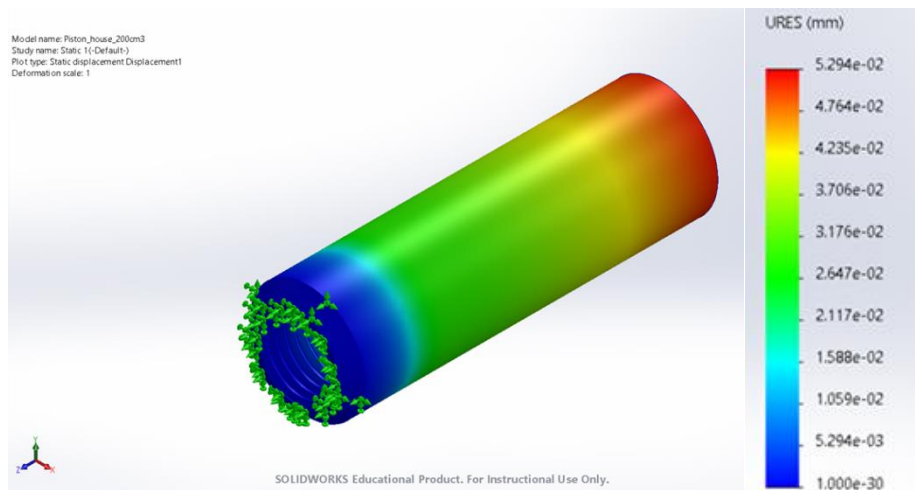
Mivel a legjobb eredményeket a 18CrMo4 acél adta, így a továbbiakban annak eloszlásait vizsgáljuk meg, illetve mutatjuk be.

A 5. ábrán a 18CrMo4 anyag feszültség eloszlása látható.



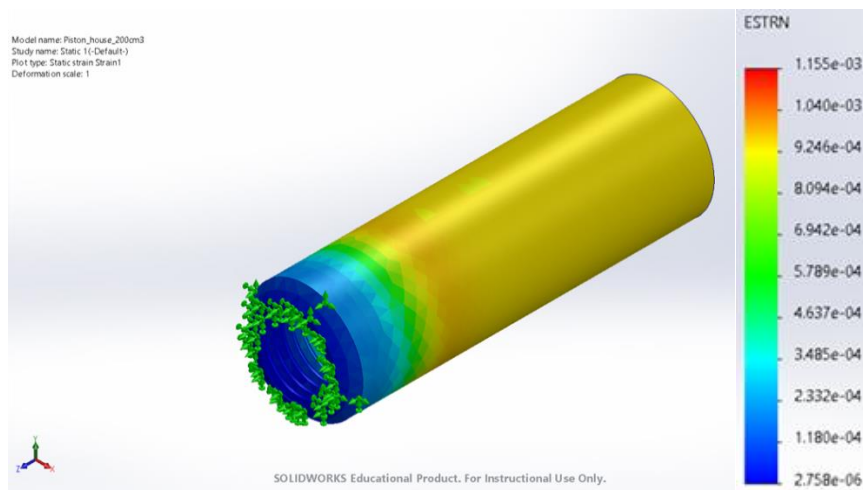
5. ábra. A feszültség – 18CrMo4

Az 6. ábrán a 18CrMo4 anyag elmozdulás eloszlása látható.



6. ábra. Az elmozdulás – 18CrMo4

Az 7. ábrán a 18CrMo4 anyag deformáció eloszlása látható.



7. ábra. A deformáció – 18CrMo4

5. KONKLÚZIÓ

Szimuláció eredményei alapján a 18CrMo4 acél lett kiválasztva a dugattyúház optimális anyagának. Ez az anyag egy nagy szilárdságú, gyengén ötvözött acél, kiváló kopásállósággal és kifáradási szilárdsággal. Viszonylag olcsó és könnyen előállítható. A 18CrMo4 mechanikai tulajdonságain kívül jó korrózióállósággal is rendelkezik, így többféle környezetben is használható. Ez fontos a dugattyúház számára, amely működés közben különféle folyadékok és gázok hatásának lesz kitéve.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

RRF-2.3.1-21-2022-00009, azonosítószámú, Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium megnevezésű projekt a Széchenyi Terv Plusz program keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközének támogatásával valósul meg.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] A. A. Pek, Dynamics of Juvenile Solutions (Nauka, Moscow, 1968).
- [2] W. S. Fyfe, N. J. Price, and A. B. Thompson, Fluids in the Earth's Crust (Elsevier, New York, 1976; Mir, Moscow, 1981).
- [3] W. F. Brace, "Permeability of Crystalline and Argillaceous Rocks," Int. J. Rock Mech. Mining Sci. Geomech. Abstracts 17 (5), 241–251 (1980).
- [4] V. M. Shmonov, V. M. Vitovtova, and A. V. Zharikov, Fluid Permeability of Crustal Rocks (Nauchnyi Mir, Moscow, 2002).
- [5] A. V. Zharikov, V. I. Mal'kovsky, V. M. Shmonov, et al., "A Method for Measuring the Permeability of Rocks Samples Including Changes in Thermodynamic Properties of the Fluid," Elektronnyi Nauchno-Inform. Zh. "Vestnik Otdeleniya Nauk o Zemle RAN", No. 1(22 (2004)
- [6] J. Bear, D. Zaslavsky, and S. Irmay, Physical Principles of Water Percolation and Seepage (UNESCO, Paris, 1968).
- [7] R. L. Kranz, J. S. Saltzman, and J. D. Blacic, "Hydraulic Diffusivity Measurements on Laboratory Rock Samples Using an Oscillating Pore Pressure Method," Int. J. Rock Mech. Mining Sci. Geomech. Abstracts 27 (5), 345–352 (1990).
- [8] Țălu, M., & Țălu, Ș. (2018). Optimal engineering design of a pressurized paralepipedic fuel tank. Annals of Faculty of Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering, Hunedoara, Romania, 16, 193-200.
- [9] Uzun, M., & Bozkurt, S. (2020). Design and analysis of a pressure vessel according to EU 2014/29. Materials Testing, 62(7), 756-760.
- [10] Mohsen Azadbakht, A. Kiapey, and A. Jafari. 2014. Design and fabrication of a tractor powered leaves collector machine equipped with suction-blower system. Agric Eng Int: CIGR Journal, 16(3): 77–86
- [11] Ugochukwu, C. U., & Odunfa, O. O. K. (2018). Finite Element Analysis of Displacement and Von-Mises Stress in Cylindrical Liquefied Petroleum Gas Pressure Tank. Covenant Journal of Engineering Technology (Special Edition).
- [12] Acélpartner - <https://acelpartner.hu/> (ellenőrizve 2024.03.21.)
- [13] Magyarmet Finomöntöde - <https://magyarmet.com/> (ellenőrizve 2024.03.21.)
- [14] INOX Service Hungary - <https://www.inoxservice.hu/> (ellenőrizve 2024.03.21.)
- [15] Perfortek - <https://www.perfortek.hu/> (ellenőrizve 2024.03.21.)
- [16] Gépészbolt - <https://www.gepeszbolt.hu/> (ellenőrizve 2024.03.21.)
- [17] Professional Exported Steel Supplier - <https://hu.coldrolledsteels.com/> (ellenőrizve 2024.03.21.)
- [18] SolidWorks 2022