รายการอ้างอิง

1. Chan, K. K. and Brownstein, A. M. , Ceramic Membranes-growth and opportunities. , Ceramic bulletin , Vol. 70 , 1991 , 703 - 707

2. Van der Horst , H. C. and Hanemaaijer, J. H. , Cross-flow microfiltration in food industry state of the art. , Desalination , Vol. 77 , 1990 , 235-258

3. MacZura, G. , Moody, K. J. , Anderson, E. M. and Kunka, M. K. , Minerals review , Alumina. , Ceramic bulletin , Vol. 72 , 1993 , 76 - 78

4. Reed, J. S. , Introduction to the principles of ceramic processing. , John Wiley & Son (SEA) , Pte. Ltd. , 1989

5. Richerson, D. W. , Modern ceramic engineering. , New York , Marcel Dekker , Inc., 1982

6. Kingery, W.D. , Bowen, H. K. and Uhlmann, D. R. , Introduction to Ceramics. ,John Wiley & Sons (SEA) , Pte. Ltd., 1991

7. Hauth, W. E. , Slip casting of alumina oxide. , J. Am. Ceram. Soc., 1949 , 394 - 398

8. Requena, J. , Alumina and Alumina/Zirconia Multilayer composites obtained by Slip Casting. , J. Am. Ceram. Soc. , 1989 , 1511-1513

9. Ruys, A. J. and Sorrell, C. C. , Slip casting of high-purity Alumina Using Sodium Carboxymethylcellulose as Deflocculant/Binder. , Ceram. bull. , 1990 , 828 - 832

10. Smith, P. A. and Haber, R. A. , Reformulation of an aqueous alumina slip based on modification particle-size distribution and particle packing. , J. Am. Ceram. Soc., 1992 , 290 - 294

11. Smith, P. A. , Kerch, H. , Krueger, S. , Long, G. G. , Keller,. J. and Haber, R. A. , Pore sizes and filtration rates from two alumina slips. , J. Am. Ceram. Soc. , 1994 , 1777 - 1782

12. Cutler, I. B. , Bradshaw, C. , Christensen, C. J. and Hyatt, E. P. , Sintering of Alumina at temperatures of 1400 ^{o}C and below. , J. Am. Ceram. Soc. , 1957, 134 - 39

13. Xue, L. A. and Chen, I. W. , Low Temperature Sintering of Alumina with liquid-forming Additives. , J. Am. Ceram. Soc. , 1991 , 2011 - 2013

14. Nanko, M. , Ishizaki, K and Fujikawa, T. , Porous ceramic filters produced by hot isostatic pressing. , J. Am. Ceram. Soc. , 1994 , 2437 - 2442

15. Brinker, C. J. and Scherer, G. W. , Sol-gel science , The physics and chemistry of sol-gel processing. , Academic press, Inc. 1990

16. Peterson, R. A. , Webster , E. T. , Niezyniecki , G. M. , Anderson, M. A. and Hill, C. G. , Ceramic membranes for novel separations. , Separation Science and Technology , 1995 , 1589 -1709

17. Uhlmann, D. R. and Kreidl, N. J. , Glass Science and Technology. , Vol. 2 (processing I) , Academic press , Inc. , 1984

18. B.E Yoldas, B. E. , Alumina Sol Preparation from Alkoxide. , J. Am. Ceram. Soc. , 1975 , 289 - 290

19. Leenaars, A. F. M. and Burggraaf, A. J. , The preparation and Characterization of alumina membranes with ultrafine pores. , J. Colloid Interface Sci. , 1985 , 24 - 40

20. Anderson, M. A. , Gieselmann, M. J. and Xu, Q. , Titania and Alumina Ceramic Membranes. , J. Membr. Sci. , 1988 , 243 - 258

21. Yu, C. and Klein, L. C. , Supported Alumina Membranes by in-Situ Sol-Gel method. , J. Am. Ceram. Soc. , 1992 , 2613 - 2614

22. Laddorgue, C. , Malinowki, J. and Goma, G. , High yeast concentration in continuous fermentation with cell recycle obtained by tangential microfiltration. , Biotechnology letters , 1987 , 347 - 352

23. เหมือนเดือน พิศาลพงศ์ , การประยุกต์ใช้อุลตร้าฟิลเตรชันเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการหมักอะซิโตน-บิวทานอลแบบต่อเนื่อง. , วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2532

24. Pradanos, P. , Arribas , J. I. and Hernandez, A. , Flux limiting factors in cross-flow ultrafiltration of invertase trough an asymmetric inorganic membrane. , Separation Science and Technology , 1993 , 1899 -1911

25. Moo-Young, M. , Ultradiltration , Comprehensive biotechnology in industry , agriculture and medicine. , Vol. 2 , Pergamon press , 1977 , 411 - 437

26. Petrus, F. and Nijhuis , H. H. , Applications of membrane technology to food processing. , Trends in Food Science & Technology September , 1993 , 277 - 282

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

<u>การคำนวณ</u>

1. การหาความหนาแน่น , ความพรุน , และการดูดซึมน้ำ

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักเปียก}-\text{น้ำหนักในน้ำ}}$$

เปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นทางทฤษฎี

$$= \frac{\text{ความหนาแน่น} \times 100}{3.97}$$

$$\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความพรุน} = \text{ความหนาแน่น} \times \text{เปอร์เซ็นต์การดูซึมน้ำ}$$

2. การหดตัว

เปอร์เซ็นต์การหดตัว

$$= \frac{\text{ความยาวก่อนการซินเทอร์}-\text{ความยาวหลังการซินเทอร์} \times 100}{\text{ความยาวก่อนการซินเทอร์}}$$

3. ความแข็งแรง (MOR)

$$\text{ความแข็งแรง} = \frac{8 \times \text{น้ำหนักกด} \times \text{ระยะห่าง} \times \text{เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก}}{\pi \times (\text{เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก}^4 - \text{เส้นผ่าศูนย์กลางในนอก}^4)}$$

4. ฟลักซ์ของสารละลาย

$$\text{ฟลักซ์} = \frac{\text{ปริมาตร}}{\text{เวลา} \times \text{พื้นที่ผิวเยื่อแผ่น}}$$

ภาคผนวก ข

การกระจายของขนาดอนุภาคในวัตถุดิบแต่ละชนิด

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	เปอร์เซ็นต์ละเอียดกว่า		
	อะลูมินาแอลคอล	อะลูมินาซี	อะลูมินาชนิดA16SG
50	98.5	99.0	100.0
40	98.4	99.5	100.1
30	97.7	100.2	99.7
25	96.7	100.4	99.7
20	94.9	100.4	99.7
15	92.1	99.7	99.6
10	87.6	100.4	99.0
8	84.5	99.7	98.8
6	77.6	99.1	98.5
5	70.1	99.5	98.3
4	56.7	99.7	97.6
3	35.8	99.2	96.1
2	13.6	99.3	94.2
1.5	6.2	98.8	92.0
1	2.3	98.3	81.9
0.8	1.4	97.7	72.2
0.6	0.6	96.5	56.7
0.5	0.1	93.9	45.3
0.4	0.0	80.0	30.5
0.3	0.0	41.2	12.5
0.2	0.0	14.2	6.2

<u>การกระจายของอะนุภาคในน้ำสลิปซึ่งเติมอะลูมินาซี 10 เปอร์เซ็นต์</u>

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	เปอร์เซ็นต์ละเอียดกว่า น้ำสลิปอะลูมินาหลังเติมอะลูมินาซี 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
50	99.0
40	99.1
30	99.1
25	99.0
20	99.1
15	98.8
10	97.3
8	95.6
6	91.0
5	85.2
4	74.1
3	54.8
2	30.7
1.5	21.1
1	15.4
0.8	14.0
0.6	12.9
0.5	12.2
0.4	11.2
0.3	10.0
0.2	9.1

<u>ความหนืดของน้ำสลิป</u>

ความหนืดของน้ำสลิปก่อนการเติมตัวประสาน
น้ำหนักอะลูมินาเริ่มต้น 300 กรัม
ตัวช่วยกระจายตัว 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

น้ำหนักตัวช่วยกระจายตัว (กรัม)	ความหนืด (เซนติพอยส์)
3.00	2710
3.41	952
3.81	192
4.09	112
4.47	48
4.98	40
5.53	40
6.29	40

ความหนืดของน้ำสลิปอะลูมินาหลังเติมตัวประสาน
น้ำหนักอะลูมินาเริ่มต้น 300 กรัม
ตัวช่วยกระจายตัว 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

น้ำหนักตัวช่วยกระจายตัว (กรัม)	ความหนืด (เซนติพอยส์)
3.85	1530
4.24	232
4.56	88
4.98	72
5.39	72
5.98	72

ข้อมูลดิบในการคำนวณค่าความหนาแน่น , ปริมาณความพรุนและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของชิ้นงานหลังการซินเทอร์ที่ 1300 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนของสารช่วยซินเทอร์

อัตราส่วน Cu:Ti (โดยน้ำหนัก)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักในน้ำ (กรัม)	น้ำหนักเปียก (กรัม)
2.0:0.0	1.3934	1.0281	1.6215
	1.0828	0.8005	1.2625
	0.7675	0.5666	0.8941
1.5:0.5	2.3162	1.7207	2.6948
	2.7462	2.0370	3.1556
	1.2332	0.9150	1.4273
1.0:1.0	1.7784	1.3232	1.9396
	1.4552	1.0843	1.5904
	0.8123	0.6020	0.8858
0.5:1.5	2.9236	2.1573	3.1850
	1.7053	1.2627	1.8547
	0.7783	0.5738	0.8473
0.0:2.0	1.4411	1.0668	1.6374
	2.2167	1.6417	2.5161
	0.8818	0.6538	1.0040

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานหลังการซินเทอร์ที่ 1300°ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนของสารช่วยซินเทอร์

อัตราส่วน Cu:Ti (โดยน้ำหนัก)	ความยาวก่อนซินเทอร์ (เซนติเมตร)	ความยาวหลังการซินเทอร์ (เซนติเมตร)
2.0:0.0	30.00	27.70
	30.00	27.70
	30.00	27.70
1.5:0.5	15.00	27.10
	30.00	27.10
	20.00	27.10
1.0:1.0	30.00	26.40
	30.00	26.40
	25.00	26.40
0.5:1.5	30.00	26.60
	30.00	26.60
	30.00	26.60
0.0:2.0	30.00	28.80
	30.00	28.80
	30.00	28.80

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาความหนาแน่น, ปริมาณความพรุนและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของชิ้นงานที่อัตราส่วนของคอปเปอร์ออกไซด์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์เป็น 1 : 1 หลังการซินเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°ซ)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักในน้ำ (กรัม)	น้ำหนักเปียก (กรัม)
1500	2.6568	1.9590	2.8672
	2.3805	1.7490	2.5660
	1.7484	1.2829	1.8834
1400	0.4707	0.3464	0.5076
	0.4265	0.3151	0.4638
	0.4156	0.3058	0.4513
1300	0.7377	0.5452	0.8070
	0.5331	0.3931	0.5817
	1.5806	1.1687	1.7321
1200	2.0693	1.5386	2.4623
	1.7514	1.2946	2.0770
	1.0102	0.7466	1.2033
1100	0.7148	0.5282	0.8470
	0.4702	0.3497	0.5692
	0.4521	0.3330	0.5463

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานที่อัตราส่วนของคอปเปอร์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์เป็น 1:1 หลังการซินเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°ซ)	ความยาวก่อนซินเทอร์ (เซนติเมตร)	ความยาวหลังการซินเทอร์ (เซนติเมตร)
1500	30.00	24.50
	30.00	24.60
	30.00	24.50
1400	15.00	127.0
	30.00	25.60
	20.00	17.00
1300	30.00	26.50
	30.00	26.40
	25.00	22.00
1200	30.00	27.20
	30.00	27.30
	30.00	27.20
1100	30.00	28.20
	30.00	28.20
	30.00	28.20

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาความแข็งแรงของชิ้นงานที่อัตราส่วนของคอปเปอร์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์เป็น 1:1 หลังการซินเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (°ซ)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความหนา (เซนติเมตร)	น้ำหนักกด (นิวตัน)
1500	1.00	0.20	746.2
	1.00	0.20	814.0
	1.00	0.20	706.0
1400	1.04	0.22	763.0
	1.02	0.22	756.0
	1.04	0.21	808.7
1300	1.08	0.22	715.6
	1.05	0.21	675.0
	1.09	0.21	650.0
1200	1.10	0.19	663.0
	1.10	0.19	636.7
	1.10	0.19	679.9
1100	1.13	0.23	525.7
	1.14	0.24	508.0
	1.14	0.24	465.6

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาความหนาแน่น , ปริมาณความพรุนและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของชิ้นงาน ที่อัตราส่วนของคอปเปอร์ออกไซด์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์เป็น 1 : 1 ที่อุณหภูมิ 1300 °ซ หลังการซินเทอร์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มปริมาณสารช่วยซินเทอร์

ปริมาณสารช่วยซินเทอร์ (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักในน้ำ (กรัม)	น้ำหนักเปียก (กรัม)
0.00	2.6703	1.9891	3.2855
	1.2306	0.9159	1.5145
	0.7095	0.5283	0.8730
0.17	1.9957	1.4903	2.4297
	3.0830	2.2978	3.7434
	3.0525	2.2771	3.7127
0.50	2.6399	1.9750	3.0400
	2.7674	1.9860	3.1009
	3.1512	2.3519	3.6150
0.67	2.7538	2.0253	3.0854
	2.7051	2.0189	3.0461
	1.1071	0.8261	1.2392
1.00	2.9267	2.1847	3.2340
	2.8864	2.1570	3.1918
	3.1441	2.3502	3.4750

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานที่อัตราส่วนของคอปเปอร์ออกไซด์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์เป็น 1 : 1 หลังการซินเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง 1300 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มปริมาณสารช่วยซินเทอร์

ปริมาณสารช่วยซินเทอร์ (เปอร์เซ็นต์)	ความยาวก่อนซินเทอร์ (เซนติเมตร)	ความยาวหลังซินเทอร์ (เซนติเมตร)
0.00	30.00	29.50
	30.00	29.60
	30.00	29.60
0.17	20.00	19.70
	30.00	29.50
	30.00	29.60
0.50	30.00	28.40
	10.00	9.50
	15.00	14.20
0.67	30.00	27.10
	30.00	27.20
	30.00	27.10
1.00	30.00	26.80
	30.00	26.80
	30.00	26.90

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาความแข็งแรงของชิ้นงานที่อัตราส่วนของคอปเปอร์ออกไซด์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์เป็น 1 : 1 หลังการซินเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง 1300 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มปริมาณสารช่วยซินเทอร์

ปริมาณสารช่วยซินเทอร์ (เปอร์เซ็นต์)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความหนา (เซนติเมตร)	น้ำหนักกด (นิวตัน)
0.00	1.20	0.20	64.85
	1.20	0.20	70.00
	1.23	0.22	70.19
0.17	1.22	0.20	120.0
	1.22	0.20	126.6
	1.24	0.21	135.0
0.50	1.18	0.19	390.6
	1.17	0.22	435.6
	1.18	0.19	406.6
0.67	1.10	0.19	522.6
	1.10	0.20	456.0
	1.10	0.19	467.7
1.00	1.09	0.23	645.4
	1.08	0.24	724.8
	1.09	0.23	699.0

ข้อมูลดิบในการคำนวณหาสมบัติต่าง ๆ ของชิ้นงานเมื่ออัตราส่วนของคอปเปอร์ออกไซด์ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อแมกนีเซียมออกไซด์เป็น 1 : 1 : 0.05 , ทำการซินเทอร์ที่อุณหภูมิ 1300 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังต่อไปนี้

ในการคำนวณค่าความหนาแน่น, เปอร์เซ็นต์ความพรุนและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ

น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักในน้ำ (กรัม)	น้ำหนักเปียก (กรัม)
2.7530	2.0250	3.0850
2.7049	2.0185	3.0457
1.1065	0.8257	1.2387

ในการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงาน

ความยาวก่อนซินเทอร์ (เซนติเมตร)	ความยาวหลังซินเทอร์ (เซนติเมตร)
30.00	27.10
30.00	27.10
30.00	27.10

ในการคำนวณความแข็งแรงของชิ้นงาน

เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความหนา (เซนติเมตร)	น้ำหนักกด (นิวตัน)
1.10	0.19	520.6
1.10	0.20	470.0
1.10	0.19	485.7

การหาระยะเวลาในการเทแบบ

เวลา (นาที)	ความหนา (มิลลิลิตร)		
0	0.00	0.00	0.00
3	1.45	1.40	1.40
6	2.05	1.95	2.00
10	2.50	2.50	2.50

การทดสอบการกรองของตัวรองรับด้วยน้ำเปล่า

ความดันขาเข้า 0.22 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความดันขาออก 0.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความเร็วสายป้อน 3.32 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	20.2	20.2
8	18.4	38.6
12	21.8	60.4
16	20.4	80.8
20	20.0	100.8

ความดันขาเข้า 0.24 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความดันขาออก 0.10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความเร็วสายป้อน 3.06 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	43.5	43.5
8	41.1	84.6
12	42.0	126.6
16	42.0	168.6
20	41.8	210.4

ความดันขาเข้า 0.28 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความดันขาออก 0.20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความเร็วสายป้อน 2.34 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	90.7	90.7
8	89.4	180.1
12	87.8	267.9
16	87.7	355.6
20	89.1	444.7

ความดันขาเข้า 0.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความดันขาออก 0.29 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความเร็วสายป้อน 1.66 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	109.9	109.9
8	110.6	220.5
12	108.6	329.1
16	106.1	435.2
20	108.5	543.7

การทดสอบการกรองของตัวรองรับซึ่งเคลือบชั้นมัธยันตร์ (ซินเทอร์ที่ 1200 °ซ) ด้วยน้ำเปล่า

ความดันขาเข้า 0.28 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความดันขาออก 0.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความเร็วสายป้อน 3.06 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	5.2	5.2
8	5.1	10.3
12	5.0	15.3
16	5.2	20.5
20	5.1	25.6

ความดันขาเข้า 0.31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความดันขาออก 0.20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความเร็วสายป้อน 2.34 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	7.7	7.7
8	7.9	15.6
12	7.9	23.5
16	7.8	31.3
20	7.8	39.1

ความดันขาเข้า 0.38 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความดันขาออก 0.35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความเร็วสายป้อน 1.66 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	10.5	10.5
8	10.3	20.8
12	10.1	30.9
16	10.4	41.3
20	10.3	51.6

การทดสอบการกรองของชั้นมัธยันตร์ซึ่งเคลือบเยื่อแผ่น (เผาที่ 600 ° ซ)
ความดันขาเข้า 0.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความดันขาออก 0.10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความเร็วสายป้อน 3.06 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	1.8	1.8
8	1.8	3.6
12	1.7	5.3
16	1.7	7.0
20	1.8	8.0

ความดันขาเข้า 0.34 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความดันขาออก 0.21 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความเร็วสายป้อน 2.34 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	2.5	2.5
8	2.5	5.0
12	2.4	7.4
16	2.4	9.8
20	2.4	12.2

ความดันขาเข้า 0.34 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความดันขาออก 0.30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ความเร็วสายป้อน 1.66 เมตรต่อวินาที

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสะสม (มิลลิลิตร)
0	0.0	0.0
4	2.9	2.9
8	3.0	5.9
12	2.9	8.8
16	2.8	11.6
20	2.9	14.5

ประวัติผู้เขียน

นายสิทธินันท์ ท่อแก้ว เกิดวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2513 ที่อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2534