

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.2542. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2544. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.2546. การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) ประมวลผลด้วย MINITAB. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กฤษฎา อัครรุ่งแสงกุล. 2542. การปรับปรุงคุณภาพของหัวอ่านเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ต่อประสิทธิ์กุล. 2545. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมในการปรับปรุงหัวพิมพ์แบบระฆังในอุตสาหกรรมรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตินันท์ ชัยพัฒนาการ. 2536. การออกแบบระบบการวางแผนงานบำรุงรักษา : กรณีของโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพงศ์ วุฒิก. 2544. ปัจจัยที่มีต่อการเกิดเหล็กปลายสัน สำหรับกระบวนการหล่อเหล็กแท่งแบบต่อเนื่องโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงพล พิเศษวุฒินา. 2541. การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศพล เกียรติเจริญผล. 2537. การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเคลือบแลกเกอร์บนแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนิยา ลิมชูเชื้อ. 2545. การลดของเสียจากกระบวนการผลิตครีบบรรบายความร้อนโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นิพนธ์ บัวแก้ว. 2545. ผลกระทบของปัจจัยการเชื่อมเลเซอร์ที่มีต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อมในแขนจับหัวอ่านสำหรับจานแม่เหล็กแบบแข็ง.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปารเมศ ชุตินา. 2545. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรเทพ ลาภธุระศิริ. 2544. การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองเพื่อลดของเสีย: กรณีศึกษากระบวนการผลิตเพลากลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิศิษฐ์ เจริญกิจวิวัฒน์. 2541. การปรับปรุงคุณภาพสินค้าสำหรับลูกค้าในกรณีศึกษาของโรงงานประกอบแผงต่อสายเครื่องควบคุมไฟฟ้าและขั้วต่อปลายไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เลิศชัย ระตะนะอาพร. 2528. การศึกษาการออกแบบที่เหมาะสมของกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับเครื่องกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชาญ วรณา. 2545. ปัจจัยที่มีต่อการเกิดเหล็กปลายสน สำหรับกระบวนการหล่อเหล็กแท่งแบบต่อเนื่องโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศักรินทร์ อินทปัญญา. 2543. การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนเงินของกระจกเงาโดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธิวัฒน์ มหัดขมกรณ์. 2538. การศึกษาปัจจัยของกรรมวิธีการเชื่อมระบบ TIG สำหรับท่อเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติกชนิด SUS 436L. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพล สุบรรรเจตพร. 2542. การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเชื่อมตึบ-ตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยเครื่องอัตโนมัติโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไสว สุขวิทยาวงศ์. 2533. การศึกษาสภาวะการตัดที่เหมาะสมที่สุดระหว่างมีดตัดคาร์ไบด์และมีดตัดโค้ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัคริยา เก็งวินิจ. 2544. การหาประยุกต์การออกแบบการทดลองเพื่อการปรับปรุงดัชนีคุณภาพของมุมที่กระทำระหว่างตัวงานกับฮาร์ดิสก์ในอุตสาหกรรมแขนจับยึดหัวอ่านเขียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Alner, Christ V. and Harrington, Jame. 2000. Design Of Experiment Based Response Surface Models For Design Optimization. Engineous Software Technical Paper : 1-14.
- Anderson, Mark J. and Whitcomb, Patrik J. 2000. Make Brekthrough Improvements with Design of Experiments. International Journal of Quality & Reliability Management : 1– 9.
- Cardoza ,Edwin V. and Carpinetti, Luiz C. Ribeiro. 2000. Application As Design Of Expeimental The Process Of Manufacture of Plastic Products. International Journal of Quality & Reliability Management : 9– 18.
- Teo Kiat Choon and Corpuz, Victor G.1999. High Frequency Wire bonding for PBGA Package, A Process Optimisation Approach. Microelectronics International.: 22-35.
- Czitrom, Veronica. 1999. One-Factor-at-a-Time versus Designed Experiments. The American Statistician.53 : 126-131.
- Dante, Roberto C.; Jose Celis; Luis Neri; JoseL. Escamilla;Vicente Madrigal; Thomas Theuss; Jaun de Dios Calderon; Omar Solorza and Ruben Rivera. 2000. Fractional Factorial Design of Experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel and a Mexican prototype. Institute Tecnologico de Monterrey, Mexico City Campus .
- Galton, D. 2003. A Study of the effect the process Parameters On the Charactertitics of photochemical Flexographic Printing Plates. Pigment & Resin technology. 32 : 235-247.
- Giddings, A.P.;T.G. Bailey and J.T. Moore.2001. Optimality analysis of facility location problems using response surface methodology. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. 31: 38-52.
- Wizz, Santos C. 2001. Analysis of factors Affecting Cupcake Height.
http://www.me.umn.edu/courses/me3031/summer2002/cupcake_height.pdf:
1-10.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.2545. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2538. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: บริษัทเอ็มแอนด์อี.
- วิฑูรย์ สิมะโชคดี.2543. 7 New QC Tools เครื่องมือสู่คุณภาพยุคใหม่ .พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ฮิโตชิ คูเมะ.2542. วิธีการสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

- Forrest, W.B., John,W. and Son. 1999. Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods.
- Montgomery, D.C.2001. Design and Analysis of Experiment. 5 th ed. USA. : John Wiley and Sons.
- Montgomery,D.C., and Runger, G.C. 1994. Applied Statistic and Probability for Engineers. USA. : John Wiley and Sons.
- Eckes, George. 2001. The Six Sigma Revolution (How General Electric and Others Turned Process Into Profits).
- Hosmer, David W. and Lemeshow, Stanley. 2000. Applied logistic Regression. 2 nd ed. USA. : McGraw-Hill,inc.
- Mason, Robert L.; Gunst, Richard F. and Hess, James L.. 2003. Statistical Design and Analysis of Experiments With Applications to Engineering and Science. 2 nd ed. USA. : John Wiley and Sons.
- Moen, Ranald D.; Nolan, Thomas W. and Provest, Lloyd P. 1991. Improving Quality Trough Planned Eeperimentation.
- Myers, Raymond H. and Montgomery, Douglas C. 1995. Response Surface Methodology: Process and product Optimization Using Designed Experiments. USA. : John Wiley and Sons.
- Pyzdek, Thomas. 1999. The Six Sigma Handbook (A completes, Blackbelts, & Managers At All Levels).
- Schmidt, Stephan R. and Launsby, Robert G. 1998. Understanding Industrial Experiments Designed. USA. : Colorado Springs, Colorado.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 แสดงค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก
(Flat Crush Test) ก่อนการปรับปรุงกระบวนการ

ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test :kg/33.2 cm ²)									
928.0	833.6	834.2	761.7	862.2	913.3	812.0	813.6	870.3	860.5
934.8	892.9	939.1	947.9	918.6	945.0	795.6	841.1	998.4	1000.4
932.0	930.6	864.8	786.0	961.7	899.1	928.6	927.7	932.0	943.8
932.3	1021.7	1017.0	861.0	830.6	999.6	908.5	1035.8	996.8	874.8
723.1	852.1	1038.8	786.2	701.0	852.0	780.5	919.3	926.8	708.2
867.1	790.1	765.8	903.0	872.1	875.8	936.5	556.4	680.8	546.2
946.5	977.4	929.4	950.4	997.1	987.0	730.9	918.6	752.5	741.8
901.9	992.5	986.7	937.0	804.8	830.9	879.3	732.2	855.5	846.1
937.7	695.8	934.0	692.5	971.2	973.4	865.7	997.5	1010.3	1015.1
936.6	932.3	967.8	993.4	928.6	1008.4	924.0	911.4	856.8	1067.1
993.2	910.7	904.7	976.6	771.5	835.1	964.8	1029.7	984.7	882.4
975.3	801.9	854.6	649.0	915.0	992.8	817.9	915.9	971.4	1026.0
940.3	859.9	879.6	1012.0	828.7	903.7	943.3	857.8	917.9	802.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 แสดงค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ก่อนการปรับปรุงที่ถูกแปลงรูปข้อมูลโดยวิธี Box-Cox(The Box-Cox Transforms Method)

ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test :kg/33.2 cm ²)				
4.69E+10	3.19E+10	3.20E+10	2.31E+10	3.60E+10
4.82E+10	4.08E+10	4.90E+10	5.06E+10	4.52E+10
4.76E+10	4.74E+10	3.64E+10	2.58E+10	5.33E+10
4.77E+10	6.63E+10	6.52E+10	3.58E+10	3.15E+10
1.91E+10	3.45E+10	7.04E+10	2.58E+10	1.71E+10
3.68E+10	2.63E+10	2.35E+10	4.25E+10	3.75E+10
5.04E+10	5.65E+10	4.72E+10	5.11E+10	6.07E+10
4.23E+10	5.97E+10	5.85E+10	4.86E+10	2.81E+10
4.87E+10	1.67E+10	4.80E+10	1.64E+10	5.53E+10
4.85E+10	4.77E+10	5.46E+10	5.99E+10	4.70E+10
5.99E+10	4.38E+10	4.28E+10	5.64E+10	2.41E+10
5.61E+10	2.77E+10	3.49E+10	1.30E+10	4.46E+10
4.92E+10	3.57E+10	3.87E+10	6.41E+10	3.12E+10
4.43E+10	2.90E+10	2.92E+10	3.72E+10	3.58E+10
5.01E+10	2.70E+10	3.29E+10	6.10E+10	6.15E+10
4.19E+10	4.70E+10	4.69E+10	4.76E+10	4.99E+10
6.13E+10	4.35E+10	6.97E+10	6.07E+10	3.79E+10
3.45E+10	2.52E+10	4.54E+10	4.67E+10	1.77E+10
3.81E+10	4.85E+10	7.45E+09	1.54E+10	6.97E+09
5.86E+10	1.99E+10	4.52E+10	2.21E+10	2.10E+10
3.15E+10	3.86E+10	2.00E+10	3.50E+10	3.37E+10
5.57E+10	3.65E+10	6.08E+10	6.37E+10	6.48E+10
6.33E+10	4.62E+10	4.40E+10	3.52E+10	7.75E+10
3.21E+10	5.40E+10	6.82E+10	5.81E+10	3.91E+10
5.98E+10	2.98E+10	4.48E+10	5.53E+10	6.73E+10
4.26E+10	4.98E+10	3.54E+10	4.51E+10	2.79E+10

ตารางที่ ก.3 แสดงผลของค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก(Flat Crush)
สำหรับการวิเคราะห์ระบบการวัดของกระบวนการผลิตแผ่นกระดาษลูกฟูก

แผ่นกระดาษลูกฟูก ตัวอย่าง	พนักงานคนที่ 1		พนักงานคนที่ 2	
	วัดครั้งที่	วัดครั้งที่	วัดครั้งที่	วัดครั้งที่
	1	2	1	2
1	1066	1098	1079	1057
2	951	943	979	931
3	942	995	999	936
4	810	802	803	806
5	958	958	961	953
6	844	841	851	838
7	955	949	942	958
8	886	891	890	884
9	887	861	855	891
10	980	981	976	976
11	769	771	767	772
12	1025	1042	1059	1037
13	954	970	957	969
14	895	873	881	880
15	1087	1100	1102	1076

ตารางที่ ก.4 แสดงผลของค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก(Flat Crush) ในการทดสอบ
สมมติฐานของปัจจัยที่ไม่น่าจะมีผลต่อความแข็งแรงของแผ่นกระดาดลูกฟูก ($\text{kg}/33.2 \text{ cm}^2$)

Wrap Roll 1/4	Wrap Roll 3/4	Suction Fan 400 mm.Aq.	Suction Fan 500 mm.Aq.	Gap Nip Roll 2 mm.	Gap Nip Roll Unpress	Closed Spray	Opened Spray
936	892	949	903	777	948	974	943
954	867	886	774	778	833	821	814
814	890	908	902	798	736	731	942
919	846	906	869	789	860	895	909
930	914	1012	834	812	861	907	874
932	827	977	833	847	912	906	873
912	911	867	802	869	819	873	842
901	889	995	730	924	916	889	770
937	910	894	785	798	843	903	825
890	914	960	806	887	828	889	846
899	936	953	833	832	882	900	873
921	799	924	912	940	813	892	952
800	875	1000	832	785	783	935	872
760	954	959	787	835	807	905	827
860	876	962	762	776	884	770	798
817	880	991	758	793	840	918	733
852	890	1017	726	904	819	947	866
834	902	994	693	764	786	890	897
908	932	985	793	837	771	924	933
829	743	925	832	791	816	909	776
937	762	937	710	701	829	879	876
867	875	908	753	864	839	909	773
937	820	949	823	863	847	915	903
780	927	882	754	879	814	906	881
877	794	1006	780	776	880	834	888
890	872	943	724	805	915	876	879

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) แสดงผลของค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush) ในการทดสอบสมมติฐานของปัจจัยที่ไม่น่าจะมีผลต่อความแข็งแรงของแผ่นกระดาศลูกฟูก ($\text{kg}/33.2 \text{ cm}^2$)

Wrap Roll 1/4	Wrap Roll 3/4	Suction Fan 400 mm.Aq.	Suction Fan 500 mm.Aq.	Gap Nip Roll 2 mm.	Gap Nip Roll Unpress	Opened Spray	Closed Spray
923	740	959	790	802	791	771	779
825	921	931	909	796	899	791	762
896	841	916	721	808	814	780	751
917	928	937	826	774	853	839	888
780	856	915	798	790	795	833	804
970	755	948	893	869	805	835	787
913	955	929	733	757	798	832	818
888	925	884	863	818	778	813	885
884	867	881	839	849	752	787	854
908	874	880	722	818	773	862	833
932	906	974	848	792	790	829	859
939	924	961	764	816	896	790	853
914	887	967	747	802	831	803	819
938	909	937	845	851	896	896	961
973	918	982	814	763	829	924	888
818	893	1005	793	814	825	902	866
843	860	979	819	912	843	859	851
899	939	921	813	955	928	892	789
922	932	947	779	886	844	880	871
953	915	851	921	810	761	856	811
972	867	955	848	838	818	818	856
909	889	1008	826	886	768	905	879
921	875	881	811	833	782	942	854
959	935	880	749	831	786	902	920

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 แสดงรายละเอียดของการทดลองและ Treatment Combination ของการออกแบบการทดลองเพื่อกรองปัจจัยแบบ 2^{9-4} Fractional Factorial Design with Center Points

Factors:	9	Base Design:	9, 32	Resolution:	IV
Runs:	40	Replicates:	1	Fraction:	1/16
Blocks:	none	Center pts (total):	8		

Factors:	9	Base Design:	9, 32
Runs:	40	Replicates:	1
Blocks:	none	Center pts (total):	8

Factors and Their Uncoded Levels

Factor	Name	Low	High
A	Solid Content (SF)	21.00	21.50
B	Solid Content (DF)	23.00	23.50
C	Suction Fan	400.00	500.00
D	Glue Gap SF	0.28	0.40
E	Glue Gap DF	0.18	0.45
F	G/L Speed Ratio	97.00	99.00
G	Temp. Hot Plate	190.00	230.00
H	Gap Weight Roll	3.50	4.50
J	Gap Cooling Part	3.50	4.50

Design Generators: F = BCDE G = ACDE H = ABDE J = ABCE

Defining Relation: I = BCDEF = ACDEG = ABDEH = ABCEJ = ABFG = ACFH = ADFJ = BCGH = BDGJ = CDHJ = DEFGH = CEFGJ = BEFHJ = AEGHJ = ABCDFGHJ

Alias Structure (up to order 4)

I + ABFG + ACFH + ADFJ + BCGH + BDGJ + CDHJ

A + BFG + CFH + DFJ + BCEJ + BDEH + CDEG + EGHJ
 B + AFG + CGH + DGJ + ACEJ + ADEH + CDEF + EFHJ
 C + AFH + BGH + DHJ + ABEJ + ADEG + BDEF + EFGJ
 D + AFJ + BGJ + CHJ + ABEH + ACEG + BCEF + EFGH
 E + ABCJ + ABDH + ACDG + AGHJ + BCDF + BFHJ + CFGJ + DFGH
 F + ABG + ACH + ADJ + BCDE + BEHJ + CEGJ + DEGH
 G + ABF + BCH + BDJ + ACDE + AEHJ + CEFJ + DEFH
 H + ACF + BCG + CDJ + ABDE + AEGJ + BEFJ + DEFG
 J + ADF + BDG + CDH + ABCE + AEGH + BEFH + CEFG
 AB + FG + CEJ + DEH + ACGH + ADGJ + BCFH + BDFJ
 AC + FH + BEJ + DEG + ABGH + ADHJ + BCFG + CDFJ
 AD + FJ + BEH + CEG + ABGJ + ACHJ + BDFG + CDFH
 AE + BCJ + BDH + CDG + GHJ + BEFG + CEFH + DEFJ
 AF + BG + CH + DJ
 AG + BF + CDE + EHJ + ABCH + ABDJ + CFGH + DFGJ
 AH + CF + BDE + EGJ + ABCG + ACDJ + BFGH + DFHJ
 AJ + DF + BCE + EGH + ABDG + ACDH + BFGJ + CFHJ
 BC + GH + AEJ + DEF + ABFH + ACFG + BDHJ + CDGJ
 BD + GJ + AEH + CEF + ABFJ + ADFG + BCHJ + CDGH
 BE + ACJ + ADH + CDF + FHJ + ACFG + CEGH + DEGJ
 BH + CG + ADE + EFJ + ABCF + AFGH + BCDJ + DGHJ
 BJ + DG + ACE + EFH + ABDF + AFGJ + BCDH + CGHJ
 CD + HJ + AEG + BEF + ACFJ + ADFH + BCGJ + BDGH
 CE + ABJ + ADG + BDF + FGJ + AEFH + BEGH + DEHJ
 CJ + DH + ABE + EFG + ACDF + AFHJ + BCDG + BGHJ
 DE + ABH + ACG + BCF + FGH + AEFJ + BEGJ + CEHJ
 EF + BCD + BHJ + CGJ + DGH + ABEG + ACEH + ADEJ
 EG + ACD + AHJ + CFJ + DFH + ABEF + BCEH + BDEJ
 EH + ABD + AGJ + BFJ + DFG + ACEF + BCEG + CDEJ
 EJ + ABC + AGH + BFH + CFG + ADEF + BDEG + CDEH
 AEF + BEG + CEH + DEJ + ABCD + ABHJ + ACGJ + ADGH + BCFJ + BDFH + CDFG + FGHJ

ตารางที่ ข.2 แสดงเครื่องหมายบวกและลบของการออกแบบการทดลองเพื่อกรองปัจจัย
แบบ 2^{9-4} Fractional Factorial Design with Center Points

Data Matrix (randomized)									
Run	A	B	C	D	E	F	G	H	J
1	+	+	-	+	-	+	+	-	+
2	-	-	-	-	+	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-	-	+	-	-
4	+	-	+	+	+	-	+	-	-
5	-	+	-	-	+	+	-	+	+
6	+	-	-	-	-	+	-	-	-
7	-	-	+	+	-	+	+	-	-
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	-	+	-	+	+	-	+	-	+
13	-	-	+	+	+	-	-	+	+
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	+	+	+	-	-	+	+	+	-
16	+	-	+	+	-	+	-	+	+
17	-	-	-	+	+	+	+	+	-
18	-	-	-	-	-	+	+	+	+
19	+	-	-	+	-	-	+	+	-
20	-	+	+	-	+	-	+	+	-
21	-	-	-	+	-	-	-	-	+
22	+	+	-	-	-	-	-	+	+
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	-	+	+	+	+	+	-	-	-
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	+	+	+	+	-	-	-	-	-
27	+	-	-	-	+	-	+	+	+
28	-	+	+	+	-	+	+	+	+
29	-	-	+	-	+	+	+	-	+
30	+	-	+	-	-	-	+	-	+
31	-	+	-	+	+	+	-	+	-
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	-	+	+	-	-	+	-	-	+
34	-	-	+	-	-	-	-	+	-
35	+	-	+	-	+	+	-	+	-
36	+	-	-	+	+	+	-	-	+
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	+	+	-	+	+	-	-	+	-
39	+	+	-	-	+	+	+	-	-
40	+	+	+	-	+	-	-	-	+

ตารางที่ ข.3 แสดงผลค่าความสามารภในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ของการออกแบบการทดลองเพื่อรองรับปัจจัย

StdOrder	RunOrder	ค่าความสามารภในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ของการออกแบบการทดลองเพื่อรองรับปัจจัย (kg/33.2 cm ²)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	1	1103	1115	1059	1068	1122	890	949	992	937	1066	1108	1079	1028	1025	1069	1079	1024	1060	1005	1039
17	2	963	843	967	994	963	945	861	935	930	951	896	979	931	921	908	959	922	948	954	895
3	3	1013	965	981	897	952	941	1049	909	888	942	995	999	936	1027	1007	1054	1003	969	1013	917
30	4	793	882	840	806	1059	948	1069	794	817	788	831	803	806	852	810	833	1030	787	985	1001
19	5	926	883	842	952	826	900	876	816	886	958	958	835	802	844	826	906	936	950	933	953
2	6	908	859	833	839	809	808	850	817	825	823	841	831	885	836	940	925	912	890	912	966
13	7	963	941	951	891	893	978	965	930	975	906	949	937	958	892	791	956	949	940	936	958
35	8	843	979	952	918	720	975	957	976	945	886	916	891	905	841	966	979	849	923	926	909
40	9	802	898	818	834	800	850	798	884	822	906	861	855	826	926	874	879	878	913	874	904
34	10	900	914	952	965	935	879	879	924	952	971	1029	939	897	902	868	838	719	890	873	904
32	11	797	766	827	819	857	737	745	771	828	719	771	767	843	772	758	820	845	753	869	773
27	12	840	844	878	933	826	747	1008	983	753	927	723	853	885	852	873	978	946	936	926	831
29	13	818	923	883	867	834	854	814	781	815	853	788	887	842	836	838	827	784	843	892	808
38	14	1034	844	935	924	1063	999	865	944	1027	895	973	921	990	955	925	707	976	926	979	973
8	15	973	987	859	1076	1023	1041	1055	1070	846	936	1073	1048	941	1003	1064	893	1005	1030	920	1036
14	16	781	970	975	985	912	1024	1008	949	998	943	930	944	926	990	794	986	787	797	994	982
25	17	1034	1021	1088	998	1007	946	1037	1016	956	1025	1042	1059	1037	1005	1026	900	877	1024	967	984

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) แสดงผลค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ของการออกแบบการทดลองเพื่อรองรับปัจจัย

StdOrder	RunOrder	ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ของการออกแบบการทดลองเพื่อรองรับปัจจัย (kg/33.2 cm ²)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	18	983	819	994	959	998	984	903	1013	1061	1047	1027	969	923	1056	1026	1004	1038	1052	1011	1041
10	19	880	890	890	861	866	861	886	876	862	876	881	807	865	900	886	898	861	920	869	870
23	20	871	844	819	872	858	923	876	832	840	791	911	803	836	878	906	840	815	886	816	863
9	21	986	992	938	977	977	949	1030	914	890	961	923	943	915	1001	966	919	1042	962	1012	928
4	22	1046	1029	879	924	934	870	850	836	899	901	897	980	996	990	1003	936	888	956	920	831
39	23	721	913	914	841	876	904	949	834	858	845	808	819	880	729	884	914	906	901	789	761
31	24	971	865	969	827	878	866	936	906	971	878	924	865	903	881	899	880	949	926	893	965
37	25	799	777	698	871	758	838	763	839	813	748	843	823	841	963	799	795	795	978	860	823
16	26	982	923	1041	874	970	1022	897	955	876	1095	1066	1007	884	956	852	922	932	951	937	940
18	27	960	1009	1006	1155	1136	1134	1147	947	1124	1012	1119	985	1076	1021	957	1018	1031	1107	968	1113
15	28	1045	1053	952	1075	896	1016	1055	1047	968	1037	995	1072	1024	1033	1068	1003	999	984	988	1022
21	29	955	921	860	899	895	883	876	872	875	881	877	926	948	886	935	895	882	908	931	837
6	30	805	865	847	813	1020	853	1070	796	835	799	827	844	836	824	838	877	818	851	890	849
11	31	842	814	914	859	975	790	902	902	881	868	904	911	820	842	840	870	858	917	865	868

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) แสดงผลค่าความสมารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ของการออกแบบการทดลองเพื่อการรองรับจ้ย

StdOrder	RunOrder	ค่าความสมารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test) ของการออกแบบการทดลองเพื่อการรองรับจ้ย (kg/33.2 cm ²)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
36	32	874	917	792	896	796	901	924	867	891	963	938	870	720	885	817	890	730	857	859	808
7	33	983	889	960	948	880	904	953	883	864	980	981	976	976	948	944	966	984	968	961	956
5	34	980	1020	1016	994	1025	1039	853	1068	1033	1032	981	889	999	1015	969	989	1047	952	1036	949
22	35	1029	1081	1071	905	952	1039	940	1092	1057	926	1072	1016	1006	1028	1008	1034	1024	1019	921	984
26	36	906	921	1028	996	999	1010	1017	929	931	921	969	926	894	865	970	972	917	953	923	884
33	37	778	862	833	813	875	868	760	833	773	703	890	809	879	783	799	779	801	914	881	799
28	38	1140	1124	990	1049	1095	1146	987	942	991	1155	993	968	1117	1143	984	1029	1001	980	959	1083
20	39	973	969	949	983	934	962	1008	1028	902	912	1013	964	898	928	917	939	989	875	1005	1009
24	40	1008	1012	953	1030	1048	1002	1038	1001	972	936	1011	939	992	1051	1011	980	939	896	977	962

ตารางที่ ข.4 แสดงผลค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush)
ของการออกแบบการทดลองเพื่อกำหนดค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสม

StdOrder	RunOrder	ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush ; kg/33.2 cm ²)							
17	1	963	971	941	866	901	852	997	921
5	2	908	926	913	970	930	957	920	930
2	3	1009	969	1009	913	964	1009	968	1035
21	4	812	858	896	861	938	926	951	886
33	5	887	930	756	811	861	887	787	929
46	6	1013	970	974	1021	883	989	882	854
29	7	849	840	884	1008	911	957	1023	919
48	8	1047	992	1023	973	1003	937	885	849
32	9	1155	1156	1116	1105	1059	1089	1171	1161
14	10	992	1012	988	964	930	936	922	906
20	11	921	909	791	819	804	983	810	784
18	12	1058	1079	1057	1059	1079	1039	1070	1042
30	13	1073	1025	998	1128	947	1047	1139	1112
49	14	1022	988	1000	1011	954	1010	949	942
6	15	960	921	933	933	896	967	982	906
15	16	941	994	983	969	1013	1035	1028	948
27	17	991	987	1063	962	1080	967	948	977
25	18	865	991	850	976	914	1044	1079	825
43	19	1000	997	992	1002	983	988	993	976
1	20	984	983	982	997	1028	984	978	1017
26	21	1118	1136	1171	1113	1176	1173	1115	1167
4	22	893	963	996	841	863	834	882	836
38	23	857	863	994	973	948	951	933	909
28	24	1094	1148	1151	1141	1171	1148	1122	1122
34	25	811	791	856	805	822	868	805	858
19	26	1021	1023	991	1107	1028	969	955	960
39	27	997	1080	1241	943	943	975	980	974
16	28	1160	1175	1113	1175	1113	1132	1126	1082
35	29	871	868	872	900	864	879	851	883

ตารางที่ ข.4 (ต่อ) แสดงผลค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush)
ของการออกแบบการทดลองเพื่อกำหนดค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสม

StdOrder	RunOrder	ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush ; kg/33.2 cm ²)							
53	30	1009	1025	1012	946	890	960	957	995
40	31	1002	954	926	955	962	891	990	888
11	32	958	945	1053	966	972	959	915	872
41	33	1013	1015	1071	903	1061	1050	983	937
42	34	931	855	947	954	1023	919	1014	974
37	35	1012	788	933	1000	948	1016	988	1037
12	36	1037	1072	1118	1077	1095	1140	1072	1064
3	37	968	918	1043	1067	1052	998	1057	929
23	38	930	1004	1003	1091	1088	1038	989	1080
51	39	980	941	1002	1041	980	913	873	876
50	40	884	857	927	951	1010	908	956	1033
10	41	937	971	959	939	958	940	970	954
44	42	952	957	998	1033	1034	994	1005	920
36	43	780	1024	936	929	1006	1041	998	839
9	44	948	960	955	979	956	955	956	988
45	45	998	1022	937	1017	984	995	856	856
7	46	844	994	996	1052	1013	1073	962	945
31	47	962	935	897	1085	954	1016	989	1049
47	48	974	888	1024	998	863	992	858	985
24	49	857	833	796	962	828	885	806	841
13	50	955	958	943	987	898	913	958	940
22	51	1101	1099	1072	1080	1103	1085	1068	1088
8	52	1077	826	833	887	957	877	865	846
52	53	916	1001	996	894	939	920	960	946

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก
(Flat Crush Test) หลังการปรับปรุงกระบวนการ

ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush ; kg/33.2 cm ²)									
1079	1134	1132	1095	1122	1212	1079	1045	1151	1016
1103	1024	1195	1097	1054	1080	1163	1276	1257	1031
1070	1242	1162	1144	1184	1134	1201	1050	1175	1193
1177	1068	1051	1062	1165	1012	1158	1065	1167	1182
1195	1114	1050	1116	1057	1133	1171	1097	1185	1173
1066	1109	1159	1099	1111	1171	1112	1089	1089	1141
1181	1032	1056	1031	1151	1187	1158	1112	1101	1203
1175	1118	1185	1150	1167	1216	1150	1104	1216	1104
1139	1095	986	1083	845	1045	1060	903	900	879
1037	1034	1010	1110	976	957	921	886	880	1013
888	1017	954	1103	1051	1039	953	980	1097	1069
1028	1102	1012	1152	1100	1096	1176	1121	1157	1287
1180	1146	1147	1078	1142	984	1028	1105	1188	992
1100	1096	1176	1121	1157	1301	1180	1146	1147	1032
1006	1078	1097	949	913	1164	1125	937	958	1116
995	1063	918	1113	933	872	1002	1035	1222	1173
1196	1186	1185	1168	1237	1205	1178	1208	1196	1208
1202	1179	1195	1222	1184	1204	1177	1231	1192	1189

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test)
 หลังการปรับปรุงที่ถูกแปลงรูปข้อมูลโดยวิธี Box-Cox (The Box-Cox Transforms Method)

ค่าความสามารถในการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush ; kg/33.2 cm ²)									
1.58E+09	1.84E+09	1.83E+09	1.66E+09	1.78E+09	2.25E+09	1.58E+09	1.44E+09	1.93E+09	1.32E+09
1.69E+09	1.35E+09	2.16E+09	1.67E+09	1.48E+09	1.59E+09	1.99E+09	2.63E+09	2.52E+09	1.38E+09
1.54E+09	2.43E+09	1.98E+09	1.89E+09	2.1E+09	1.84E+09	2.19E+09	1.46E+09	2.05E+09	2.15E+09
2.06E+09	1.54E+09	1.46E+09	1.51E+09	2E+09	1.3E+09	1.96E+09	1.52E+09	2.01E+09	2.09E+09
2.16E+09	1.75E+09	1.46E+09	1.75E+09	1.49E+09	1.84E+09	2.03E+09	1.67E+09	2.1E+09	2.04E+09
1.53E+09	1.72E+09	1.97E+09	1.67E+09	1.73E+09	2.03E+09	1.74E+09	1.63E+09	1.63E+09	1.88E+09
2.08E+09	1.38E+09	1.48E+09	1.38E+09	1.93E+09	2.12E+09	1.96E+09	1.74E+09	1.68E+09	2.2E+09
2.05E+09	1.76E+09	2.1E+09	1.92E+09	2.01E+09	2.28E+09	1.92E+09	1.7E+09	2.28E+09	1.7E+09
1.87E+09	1.66E+09	1.21E+09	1.6E+09	7.55E+08	1.44E+09	1.5E+09	9.23E+08	9.14E+08	8.51E+08
1.4E+09	1.39E+09	1.3E+09	1.73E+09	1.17E+09	1.1E+09	9.8E+08	8.71E+08	8.54E+08	1.31E+09
8.77E+08	1.32E+09	1.09E+09	1.69E+09	1.46E+09	1.41E+09	1.09E+09	1.18E+09	1.67E+09	1.54E+09
1.37E+09	1.69E+09	1.3E+09	1.93E+09	1.68E+09	1.66E+09	2.06E+09	1.78E+09	1.96E+09	2.7E+09
2.08E+09	1.9E+09	1.91E+09	1.58E+09	1.88E+09	1.2E+09	1.37E+09	1.7E+09	2.12E+09	1.23E+09
1.68E+09	1.66E+09	2.06E+09	1.78E+09	1.96E+09	2.79E+09	2.08E+09	1.9E+09	1.91E+09	1.38E+09
1.28E+09	1.58E+09	1.67E+09	1.07E+09	9.54E+08	1.99E+09	1.8E+09	1.03E+09	1.1E+09	1.75E+09
1.24E+09	1.51E+09	9.7E+08	1.74E+09	1.02E+09	8.3E+08	1.27E+09	1.4E+09	2.31E+09	2.04E+09
2.16E+09	2.11E+09	2.1E+09	2.01E+09	2.4E+09	2.21E+09	2.07E+09	2.23E+09	2.16E+09	2.23E+09
2.2E+09	2.07E+09	2.16E+09	2.31E+09	2.1E+09	2.21E+09	2.06E+09	2.36E+09	2.14E+09	2.13E+09

ศูนย์วิทยพัทยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

แสดงภาพปัจจัยทั้ง 9 ปัจจัยที่นำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง

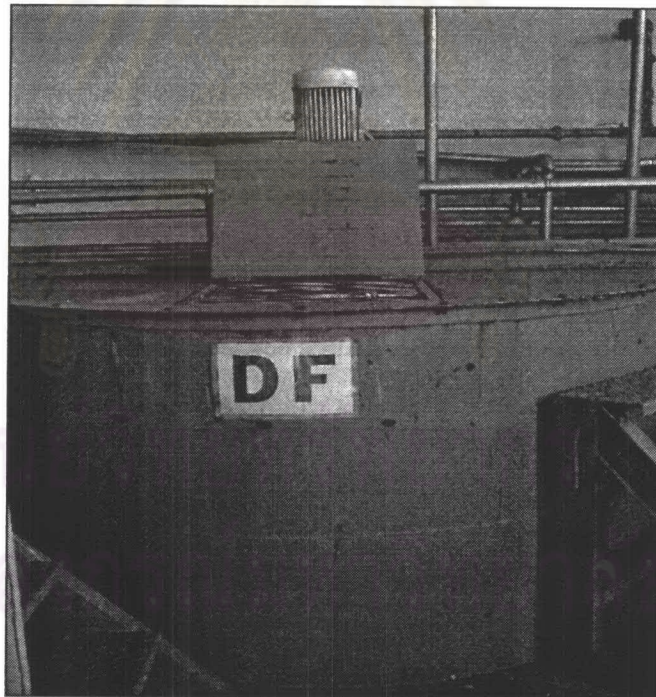
1. สัดส่วนแป้งแห้งSF (Solid Content of SF)
2. สัดส่วนแป้งแห้งDF (Solid Content of DF)
3. แรงลมดูด (Suction Fan)
4. ระยะห่างระหว่างลูกปาดกับลูกแป้งของSF (Gap Glue Roll & Doctor Roll: Single Facer)
5. ระยะห่างระหว่างลูกปาดกับลูกแป้งของDF (Gap Glue Roll & Doctor Roll: Double Facer)
6. อัตราส่วนความเร็วลูกแป้งกับลูกกลอนล่างของDF (G/L Speed Ratio :DF)
7. อุณหภูมิแผ่นความร้อน (Temperature of Heating Plate)
8. ระยะการกดระหว่างลูกกลิ้งทับผ้าใบกับแผ่นความร้อน (Gap Weight Roll)
9. ระยะการกดระหว่างลูกกลิ้งทับผ้าใบกับแผ่นระบายความร้อน (Gap Cooling Part)



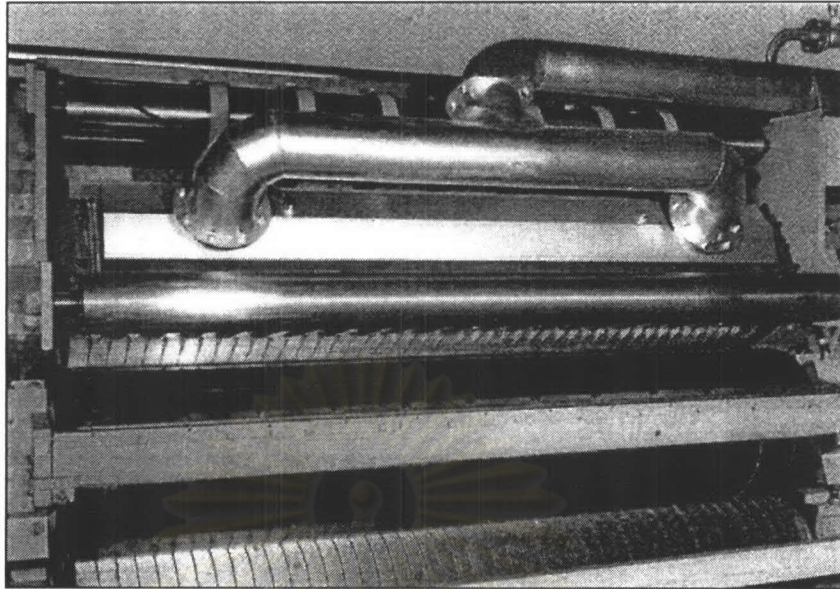
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



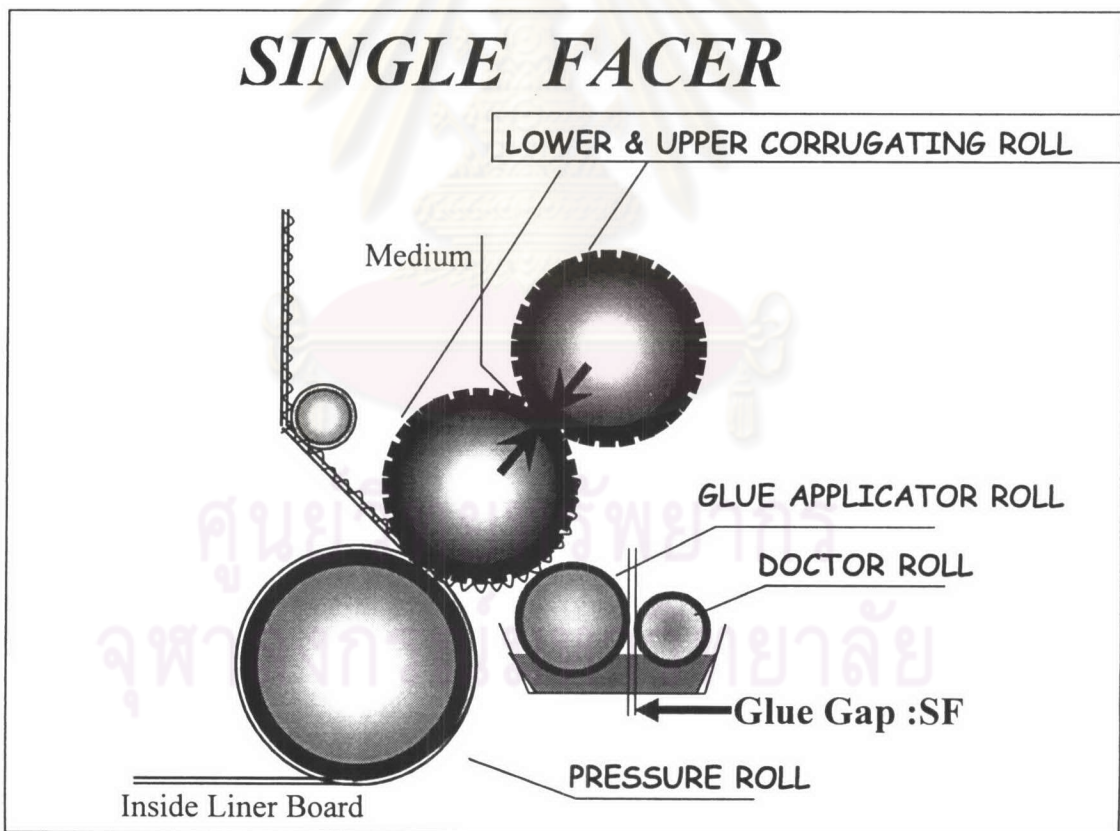
1. สัดส่วนแข็งแห้งSF (Solid Content of SF)



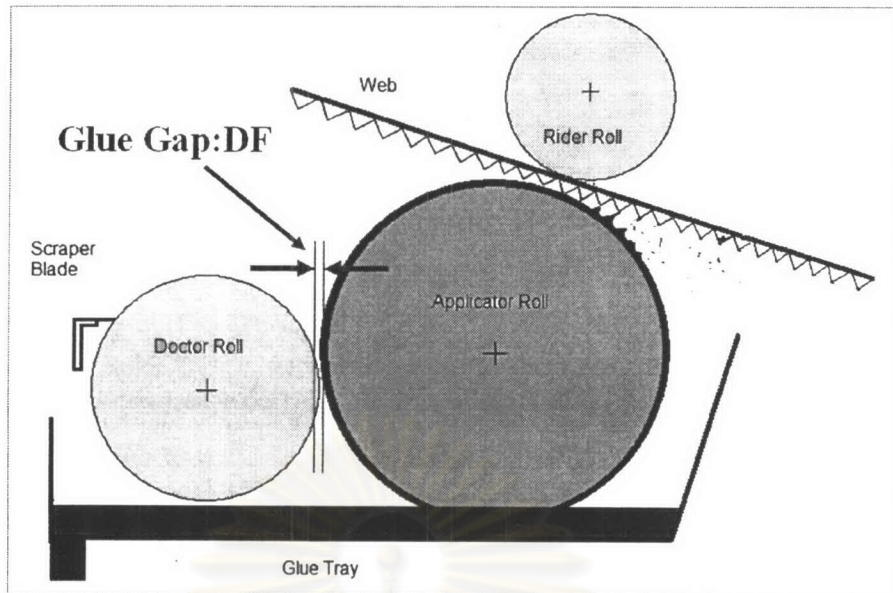
2. สัดส่วนแข็งแห้งDF (Solid Content of DF)



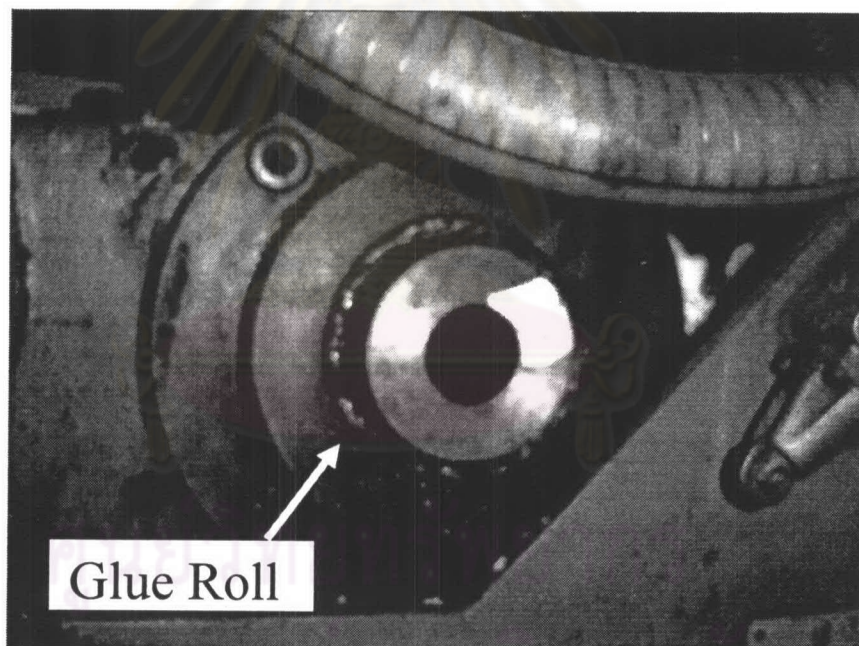
3. แรงลมดูด (Suction Fan)



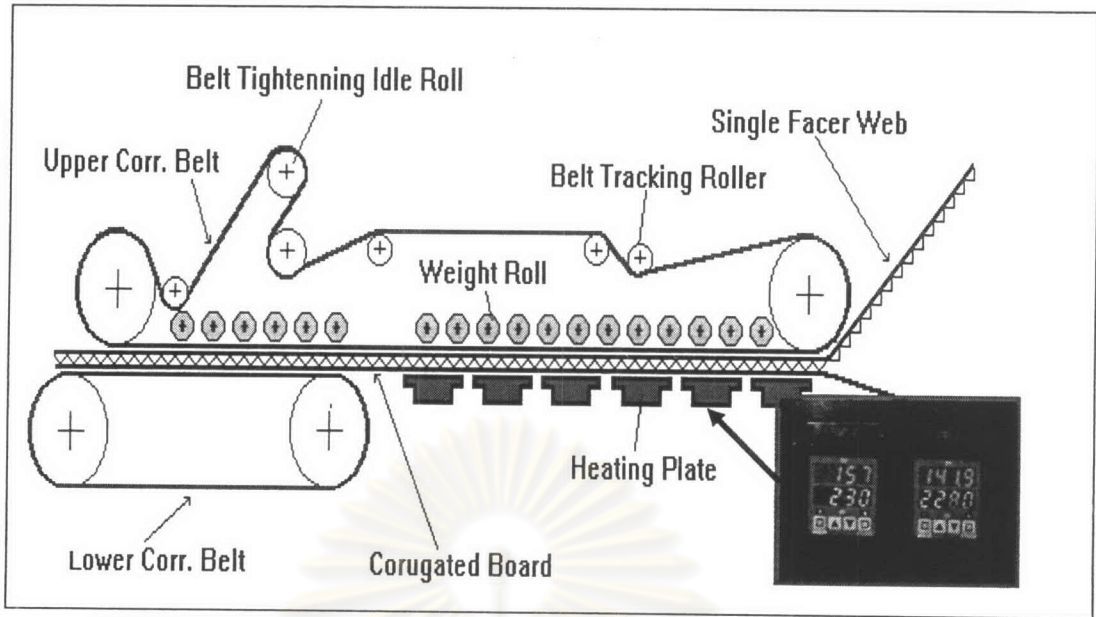
4. ระยะห่างระหว่างลูกปาดกับลูกแบ่งของSF (Gap Glue Roll & Doctor Roll: Single Facer)



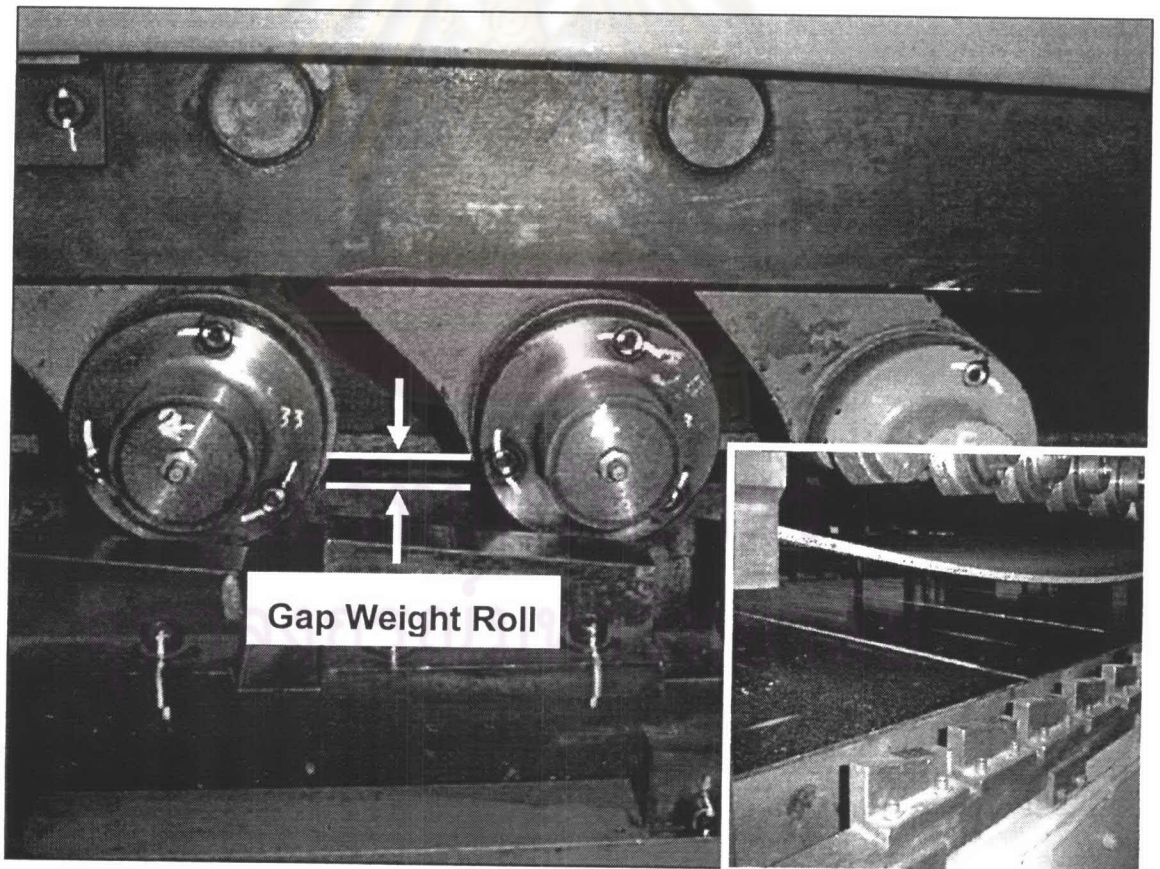
5. ระยะห่างระหว่างลูกปาดกับลูกแบ่งของDF (Gap Glue Roll & Doctor Roll: Double Facer)



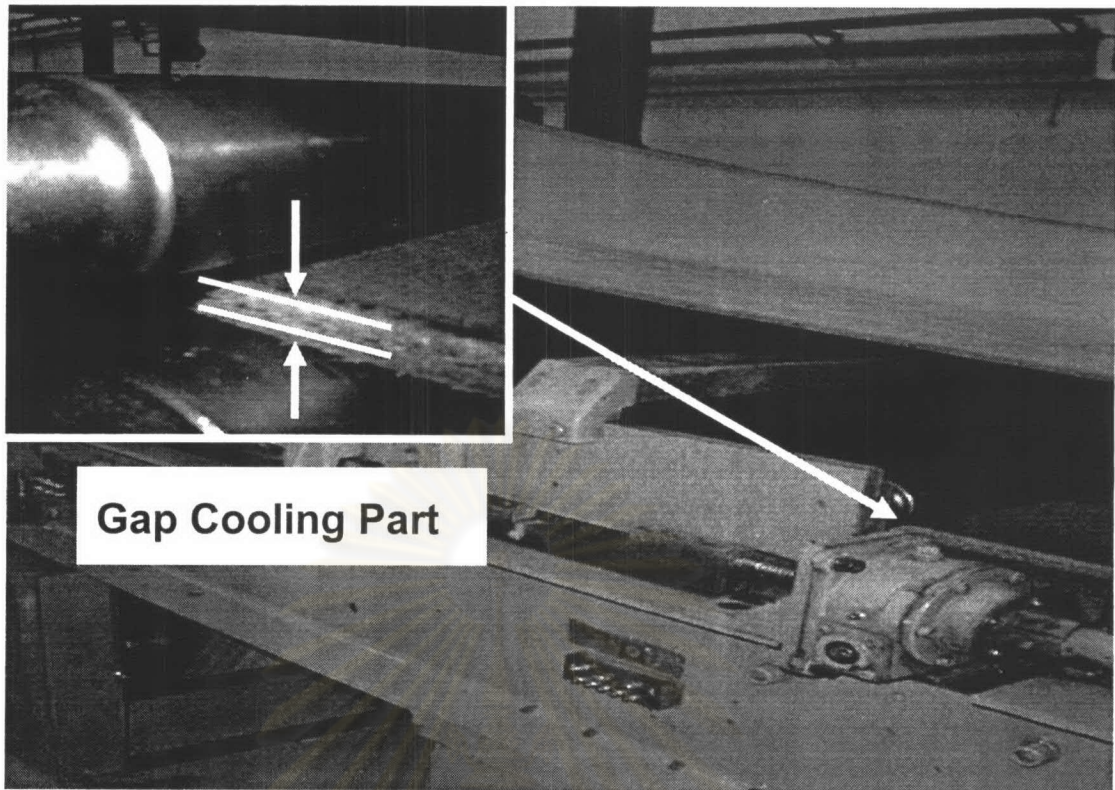
6. อัตราส่วนความเร็วลูกแบ่งกับลูกกลอนล่างของDF (G/L Speed Ratio: DF)



7. อุณหภูมิแผ่นความร้อน (Temperature of Heating Plate)



8. ระยะการกดระหว่างลูกกลิ้งทับผ้าใบกับแผ่นความร้อน (Gap Weight Roll)



9. ระยะการกดระหว่างลูกกลิ้งทับผ้าใบกับแผ่นระบายความร้อน (Gap Cooling Part)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอลงกต กาญจนคช เกิดเมื่อวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2522 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2544 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2544



ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย