

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบการทดลองแบบปัจจัยเชิงเดียวเพื่อหาว่าแต่ละปัจจัยที่ระดับต่างกันจะมีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หลังจากนั้นก็จะใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบเพื่อหาผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย เมื่อทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญ ก็จะนำปัจจัยเหล่านี้มาตั้งค่าให้เครื่องทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์โดยเลือกตั้งค่าตามผลการทดลองที่ได้จากการออกแบบการทดลอง หลังจากนั้นจะนำผลของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่เหลืออยู่หลังผ่านเครื่องทำความสะอาดเปรียบเทียบกับจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ไม่ผ่านเครื่องทำความสะอาด

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการออกแบบการทดลองแบบปัจจัยเชิงเดียว

ในการทดลองได้กำหนดปัจจัยการทดลองทั้งหมด 4 ปัจจัยและแต่ละปัจจัยมี 3 ระดับ ซึ่งปัจจัยและระดับในการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 โดยตารางที่ 4.2 จะแสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง ส่วนผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1

ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองแบบปัจจัยเชิงเดียว

ปัจจัยการทดลอง	สัญลักษณ์	ระดับที่1	ระดับที่2	ระดับที่3
1. เวลาในการทำความสะอาดรูสกรู (วินาที)	A	3	10	20
2. เวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ (วินาที)	B	0	10	17
3. จำนวนครั้งในการเคาะฮาร์ดดิสก์ (ครั้ง)	C	0	10	20
4. ความถี่บี้ม (Hz)	D	20	35	50

จากตารางที่ 4.1 ระดับปัจจัยของแต่ละปัจจัยอ้างอิงตามตารางที่ 3.2 รวมถึงพิจารณาข้อจำกัดของเวลาในการดำเนินงานของเครื่องที่สามารถใช้ได้จริงในกระบวนการผลิตคือไม่เกิน 20 วินาที

ตารางที่ 4.2

พารามิเตอร์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับปัจจัยอื่นๆ			
	A	B	C	D
A		1	1	1
B	1		1	1
C	1	2		1
D	1	2	1	

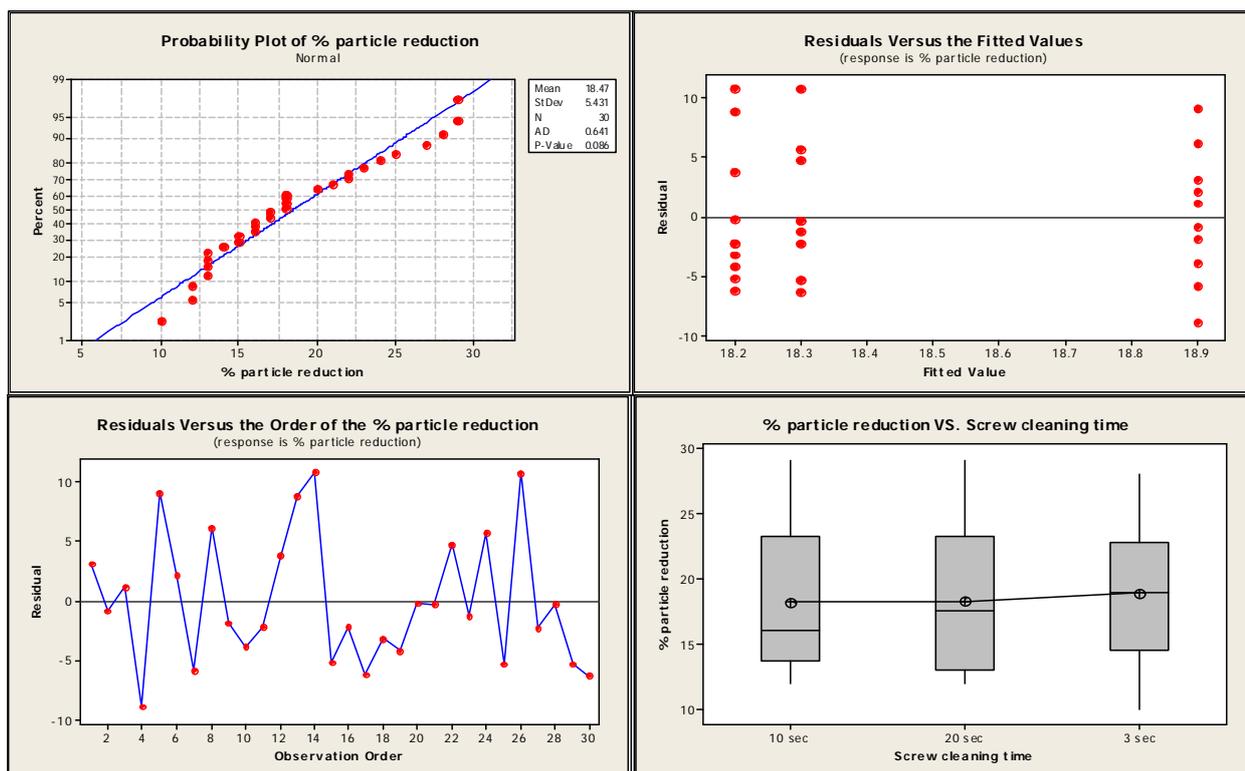
จากตารางที่ 4.2 ในการศึกษาปัจจัย A เราจะตั้งค่าปัจจัย B, C และ D ที่ระดับ 1 คือ เวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ 0 วินาที จำนวนครั้งในการเคาะฮาร์ดดิสก์เป็น 0 และความถี่บี้มที่ 20 Hz ในการศึกษาปัจจัย B เราจะตั้งค่าปัจจัย A, C และ D ที่ระดับ 1 คือ เวลาในการทำความสะอาดรูสกรูที่ 0 วินาที จำนวนครั้งในการเคาะฮาร์ดดิสก์เป็น 0 และความถี่บี้มที่ 20 Hz ในการศึกษาปัจจัย C จะตั้งค่า A ที่ระดับ 1, B ที่ระดับ 2 และ D ที่ระดับ 1 เหตุผลที่ตั้งค่า B ที่ระดับ 2 การศึกษาปัจจัย C เพราะปัจจัย C เป็นเพียงปัจจัยในการเคาะฮาร์ดดิสก์เพื่อให้อนุภาคในฮาร์ดดิสก์หลุดง่ายขึ้นเท่านั้น จึงต้องตั้งค่าปัจจัย B ซึ่งเป็นเวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ให้มีค่าเพื่อทำหน้าที่ในการพาอนุภาคออกจากฮาร์ดดิสก์ในที่นี่จะตั้งค่าไว้ที่ระดับ 2 คือ เวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ 10 วินาที ในการศึกษาปัจจัย D จะตั้งค่า A ที่ระดับ 1, B ที่ระดับ 2 และ C ที่ระดับ 1 เหตุผลที่ตั้งค่า B ที่ระดับ 2 ในการศึกษาปัจจัย D เพราะปัจจัย D เป็นค่าความถี่บี้มซึ่งจะทำงานได้ต้องมีช่วงเวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ ดังนั้นจึงตั้งค่า B ที่ระดับ 2 เวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ 10 วินาที ในการศึกษาปัจจัย D

ตารางที่ 4.3

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่แต่ละปัจจัยแต่ละระดับ

ปัจจัย	ระดับ	ตัวแปรตอบสนอง (% การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์)										ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เวลาในการทำความสะอาดรูลูกกู (วินาที)	3	22	18	20	10	28	21	13	25	17	15	18.9
	10	16	22	27	29	13	16	12	15	14	18	18.2
	20	18	23	17	24	13	29	16	18	13	12	18.3
เวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ (วินาที)	0	16	22	25	10	28	14	13	25	17	15	18.5
	10	27	33	29	25	31	23	20	25	32	26	27.1
	17	35	29	44	42	35	36	39	30	34	42	36.6
จำนวนครั้งในการเคาะฮาร์ดดิสก์ (ครั้ง)	0	27	30	29	25	31	23	20	25	32	26	26.8
	10	35	34	38	39	36	37	40	33	34	35	36.1
	20	30	35	42	27	16	19	28	39	40	37	31.3
ความถี่ (Hz)	20	27	30	29	25	31	23	20	25	32	26	26.8
	35	48	45	54	42	44	55	47	48	46	49	47.8
	50	66	70	71	60	63	68	73	62	58	70	66.1

หลังจากนั้นเราจึงทำการวิเคราะห์ผลการทดลองสำหรับแต่ละปัจจัยเพื่อที่จะดูว่าที่แต่ละระดับปัจจัยนั้นจะส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ



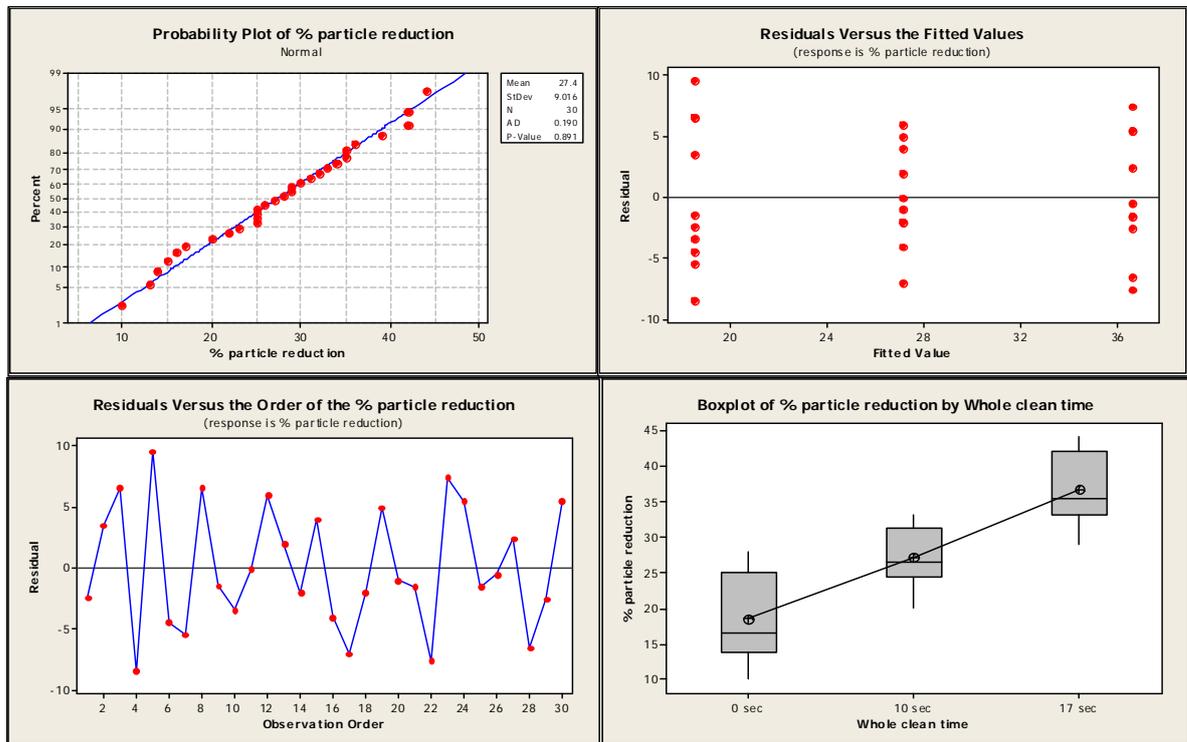
One-way ANOVA: % particle reduction versus Screw cleaning time

Source	DF	SS	MS	F	P
Screw cleaning t	2	2.9	1.4	0.05	0.956
Error	27	852.6	31.6		
Total	29	855.5			

ภาพที่ 4.1

ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาในการทำความสะอาดรูสกรูที่ 3, 10 และ 20 วินาที

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นว่ากราฟความน่าจะเป็นของเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีการกระจายตัวแบบปกติ การพหุระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลองเป็นอิสระต่อกัน คือกราฟจะมีรูปร่างไม่แน่นอนและไม่สามารทำนายได้ ส่วนกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าเฉลี่ยตัวอย่างมีความแปรปรวนคงที่ คือกราฟจำไม่มีลักษณะลู่เข้าหรือลู่ออก จากคุณสมบัติของกราฟทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมาทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ได้ และจากผลการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ One-way ANOVA ค่า $P = 0.956$ แสดงว่า เวลาในการทำความสะอาดรูสกรูที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



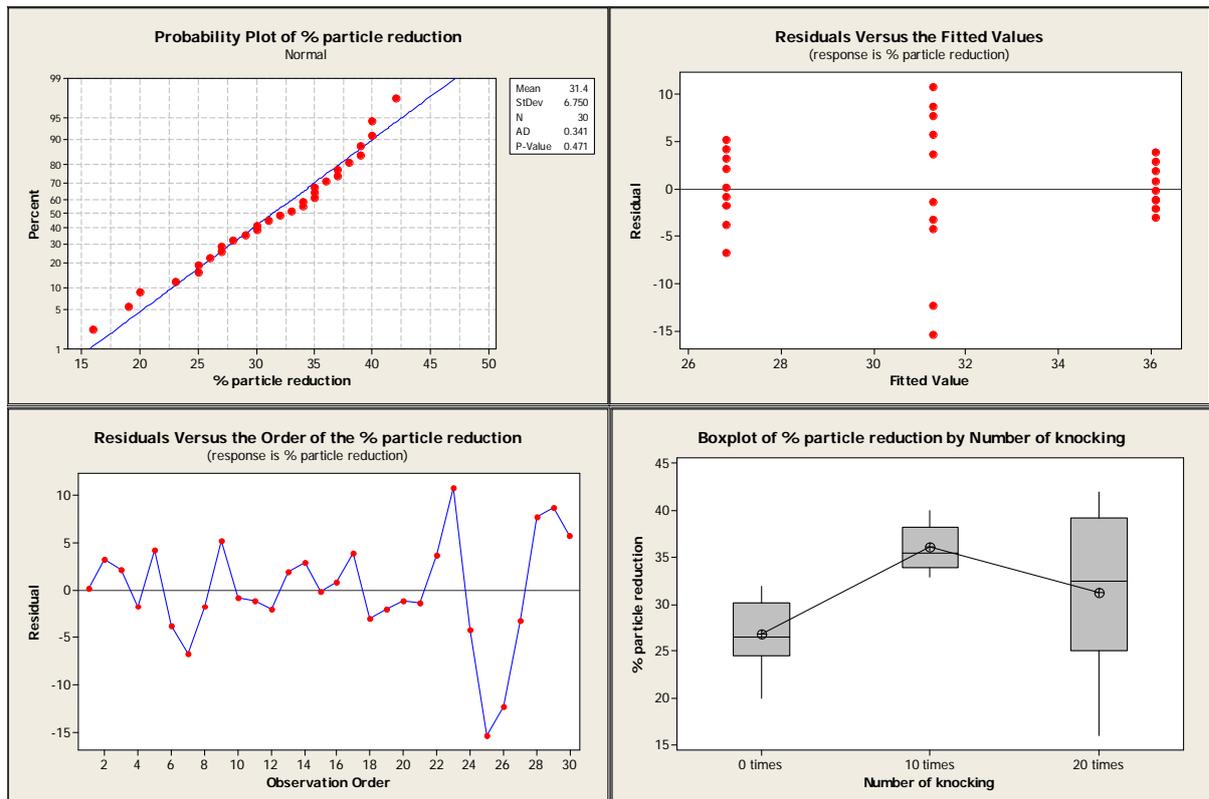
One-way ANOVA: % particle reduction versus Whole clean time

Source	DF	SS	MS	F	P
Whole clean time	2	1639.4	819.7	30.83	0.000
Error	27	717.8	26.6		
Total	29	2357.2			

ภาพที่ 4.2

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาในการทำความสะอาดในฮาร์ดดิสก์ที่ 0, 10 และ 17 วินาที

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นว่ากราฟความน่าจะเป็นของเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีการกระจายตัวแบบปกติ การพหุระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลองเป็นอิสระต่อกัน คือกราฟจะมีรูปร่างไม่แน่นอนและไม่สามารถทำนายได้ ส่วนกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าเฉลี่ยตัวอย่างมีความแปรปรวนคงที่ คือกราฟจำไม่มีลักษณะลู่ออกหรือลู่อเข้า จากคุณสมบัติของกราฟทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมาทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ได้ และจากผลการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ One-way ANOVA ค่า $P = 0.000$ แสดงว่า เวลาในการทำความสะอาดในฮาร์ดดิสก์ที่แตกต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



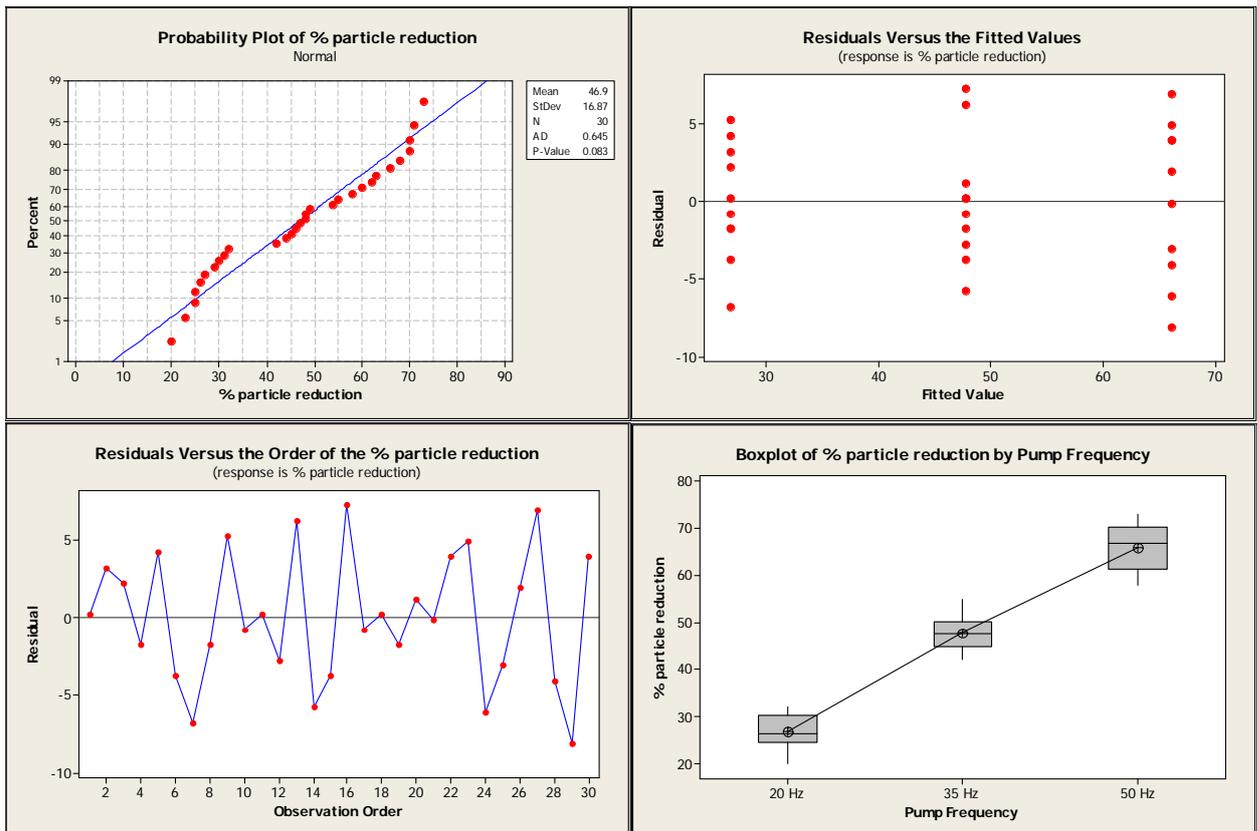
One-way ANOVA: % particle reduction versus Number of knocking

Source	DF	SS	MS	F	P
Number of knocki	2	432.6	216.3	6.57	0.005
Error	27	888.6	32.9		
Total	29	1321.2			

ภาพที่ 4.3

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนครั้งในการเคาะฮาร์ดดิสก์ที่ 0, 10 และ 20 ครั้ง

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่ากราฟความน่าจะเป็นของเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีการกระจายตัวแบบปกติ การพหุระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลองเป็นอิสระต่อกัน คือกราฟจะมีรูปร่างไม่แน่นอนและไม่สามารถทำนายได้ ส่วนกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าเฉลี่ยตัวอย่างมีความแปรปรวนคงที่ คือกราฟจำไม่มีลักษณะลู่ออกหรือลู่อเข้า จากคุณสมบัติของกราฟทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมาทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ได้ และจากการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ One-way ANOVA ค่า $P = 0.000$ แสดงว่า จำนวนครั้งในการเคาะที่แตกต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



One-way ANOVA: % particle reduction versus Pump Frequency

Source	DF	SS	MS	F	P
Pump Frequency	2	7734.6	3867.3	203.11	0.000
Error	27	514.1	19.0		
Total	29	8248.7			

ภาพที่ 4.4

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถี่ปั๊ม (Hz)

จากภาพที่ 4.4 จะเห็นว่ากราฟความน่าจะเป็นของเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีการกระจายตัวแบบปกติ การพหุระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลองเป็นอิสระต่อกัน คือกราฟจะมีรูปร่างไม่แน่นอนและไม่สามารถทำนายได้ ส่วนกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าเฉลี่ยตัวอย่างมีความแปรปรวนคงที่ คือกราฟจำไม่มีลักษณะลู่ออกหรือลู่อเข้า จากคุณสมบัติของกราฟทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมาทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ได้ และจากผลการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ One-way ANOVA ค่า $P = 0.000$ แสดงว่า ความถี่ปั๊มที่แตกต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลจากภาพที่ 4.1 ถึง 4.4 จะเห็นว่า การนำการออกแบบการทดลองแบบปัจจัยเชิงเดียวมาวิเคราะห์จะมีเพียงปัจจัยเดียวที่ในแต่ละระดับไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์คือ เวลาในการทำความสะอาดรูสกรู

4.2 ผลการทดลองที่ได้จากการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ

จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองเชิงเดียว จะพบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวที่ไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ คือ เวลาในการทำความสะอาดรูสกรู ดังนั้นในการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบสำหรับปัจจัยเวลาในการทำความสะอาดรูสกรู เราจะกำหนดระดับปัจจัยที่ระดับต่ำสุดเป็นศูนย์วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และผลการทดลองของการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ 3^4 ที่ 10 เรพพลิเคชัน แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4

ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ

ปัจจัยการทดลอง	สัญลักษณ์	ช่วงที่เป็นไปได้	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
1. เวลาในการทำความสะอาดรูสกรู (วินาที)	A	0 ถึง 20	0	10	20
2. เวลาในการทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ (วินาที)	B	1 ถึง 20	0	10	20
3. จำนวนครั้งในการเคาะฮาร์ดดิสก์ (ครั้ง)	C	0, 10, 20	0	10	20
4. ความถี่บีบ (Hz)	D	20 ถึง 50	20	35	50

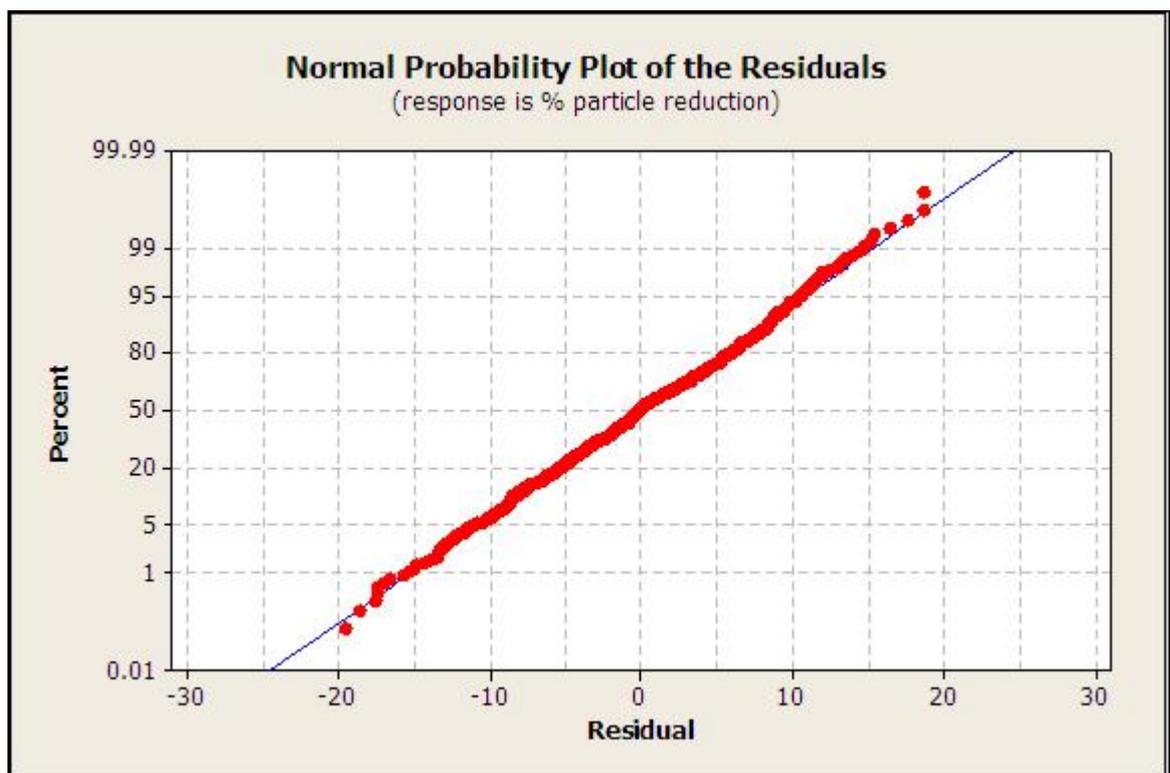
จากตารางที่ 4.4 ระดับปัจจัยของแต่ละปัจจัยพิจารณาจากข้อจำกัดของเวลาในการดำเนินงานของเครื่องที่สามารถใช้ได้จริงในกระบวนการผลิตคือไม่เกิน 20 วินาที

ตารางที่ 4.5

ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่จากการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป

A	B	C	D	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
1	1	1	1	16	22	25	10	28	14	13	25	17	15
1	1	1	2	20	21	22	19	23	18	20	21	22	23
1	1	1	3	22	28	17	31	25	20	32	19	26	21
1	1	2	1	23	15	19	18	14	22	32	34	18	36
1	1	2	2	21	34	27	16	32	19	31	23	15	13
1	1	2	3	31	34	19	43	38	29	21	30	31	35
1	1	3	1	19	27	26	18	21	17	20	25	21	24
1	1	3	2	23	20	29	25	22	26	19	26	25	33
1	1	3	3	32	23	29	36	39	43	21	42	19	22
1	2	1	1	27	30	29	25	31	23	20	25	32	26
1	2	1	2	48	45	54	42	44	55	47	48	46	49
1	2	1	3	66	70	71	60	63	68	73	62	58	70
1	2	2	1	35	34	38	39	36	37	40	33	34	35
1	2	2	2	50	58	46	60	47	56	45	59	41	37
1	2	2	3	70	76	72	59	57	65	77	73	79	73
1	2	3	1	30	35	42	27	16	19	28	39	40	37
1	2	3	2	69	73	78	66	70	71	70	75	64	67
1	2	3	3	77	82	69	73	79	81	83	72	78	77
1	3	1	1	39	44	35	37	46	41	38	45	33	34
1	3	1	2	63	72	65	58	54	52	67	69	72	61
1	3	1	3	76	85	66	70	86	81	72	75	84	67
1	3	2	1	54	61	66	47	56	49	64	51	53	44
1	3	2	2	74	72	68	83	79	70	63	77	80	75
1	3	2	3	74	90	87	83	82	85	88	84	89	76
1	3	3	1	55	58	45	50	56	40	54	44	46	51
1	3	3	2	81	85	72	74	83	86	70	87	85	86
1	3	3	3	81	84	88	87	89	90	85	93	86	93
2	1	1	1	16	22	27	29	13	16	18	12	14	15
2	1	1	2	20	23	15	14	20	28	16	18	23	20
2	1	1	3	22	17	31	18	32	21	26	19	15	25
2	1	2	1	23	18	31	22	19	20	30	24	27	22
2	1	2	2	23	18	32	26	15	24	30	25	28	16
2	1	2	3	30	36	22	39	25	27	32	33	29	34
2	1	3	1	22	32	19	19	25	35	39	15	16	17
2	1	3	2	24	32	35	23	20	16	19	22	30	26
2	1	3	3	26	36	22	23	35	37	21	34	39	24
2	2	1	1	26	35	20	29	18	38	25	17	33	24
2	2	1	2	48	60	41	57	43	64	47	51	40	37
2	2	1	3	65	74	53	50	81	70	64	73	56	71
2	2	2	1	34	43	27	36	41	30	26	40	34	35
2	2	2	2	49	41	44	37	56	58	56	56	48	52
2	2	2	3	70	79	56	64	75	59	73	76	79	61
2	2	3	1	40	20	22	26	40	41	44	39	29	34
2	2	3	2	69	74	60	56	80	61	78	79	65	75
2	2	3	3	75	86	57	68	84	79	73	69	88	78
2	3	1	1	39	47	33	43	36	44	38	43	36	37
2	3	1	2	63	77	52	73	59	71	46	67	66	62
2	3	1	3	78	86	75	81	70	80	69	87	81	79
2	3	2	1	54	74	47	66	51	64	43	49	52	54
2	3	2	2	75	82	68	77	63	66	83	85	78	77
2	3	2	3	85	92	67	86	90	82	89	70	89	94
2	3	3	1	46	65	44	45	61	37	60	42	46	59
2	3	3	2	81	88	65	83	71	86	87	90	82	83
2	3	3	3	87	92	89	93	85	92	79	91	88	92
3	1	1	1	17	22	16	23	12	28	15	17	12	11
3	1	1	2	21	29	18	27	16	23	14	31	18	16
3	1	1	3	23	32	19	30	21	27	18	24	16	23
3	1	2	1	22	30	21	28	18	20	14	29	24	23
3	1	2	2	23	29	21	31	17	24	15	28	19	26
3	1	2	3	30	33	27	35	24	32	22	36	33	35
3	1	3	1	21	36	18	35	20	22	23	17	18	21
3	1	3	2	23	34	25	31	19	27	15	20	18	27
3	1	3	3	31	42	28	36	24	36	25	34	39	35
3	2	1	1	27	39	35	16	25	19	32	29	25	31
3	2	1	2	49	67	50	68	46	53	36	44	32	49
3	2	1	3	65	74	68	79	53	51	62	66	70	71
3	2	2	1	33	42	30	45	27	36	27	31	24	40
3	2	2	2	50	59	47	55	31	67	42	45	56	54
3	2	2	3	67	80	61	78	58	83	77	56	62	73
3	2	3	1	39	40	26	43	28	37	29	27	38	30
3	2	3	2	70	78	57	64	60	80	82	69	71	73
3	2	3	3	75	90	62	67	83	63	68	83	88	82
3	3	1	1	38	52	37	45	33	44	37	31	35	36
3	3	1	2	64	75	70	68	76	59	64	57	53	62
3	3	1	3	77	88	74	78	67	84	77	74	77	78
3	3	2	1	56	70	47	56	52	59	54	51	61	52
3	3	2	2	75	84	72	81	63	80	76	72	74	76
3	3	2	3	86	91	80	89	75	83	77	87	91	85
3	3	3	1	46	65	39	48	44	60	40	44	62	55
3	3	3	2	82	88	86	67	65	85	85	90	86	87
3	3	3	3	89	92	91	87	90	93	87	88	86	89

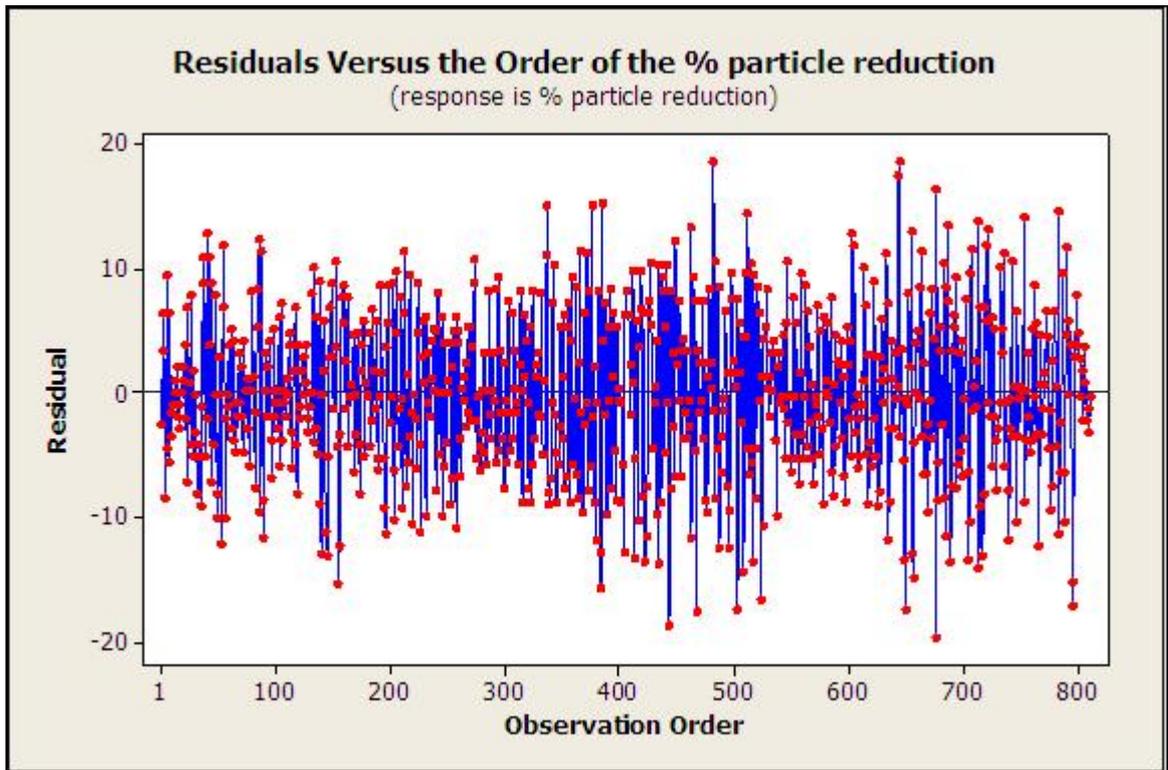
ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ของแพคทอเรียลเต็มรูป 3^4 ของ A B C และ D จำนวน 10 เพรพลิเคตได้ถูกดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแง่ของการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล การตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล และการตรวจสอบเสถียรภาพของความแปรปรวนของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 4.5, 4.6, และ 4.7 ตามลำดับ ส่วนผลของการวิเคราะห์ข้อมูลจะแสดงในตารางที่ 4.6 ภาพที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.5

การตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล

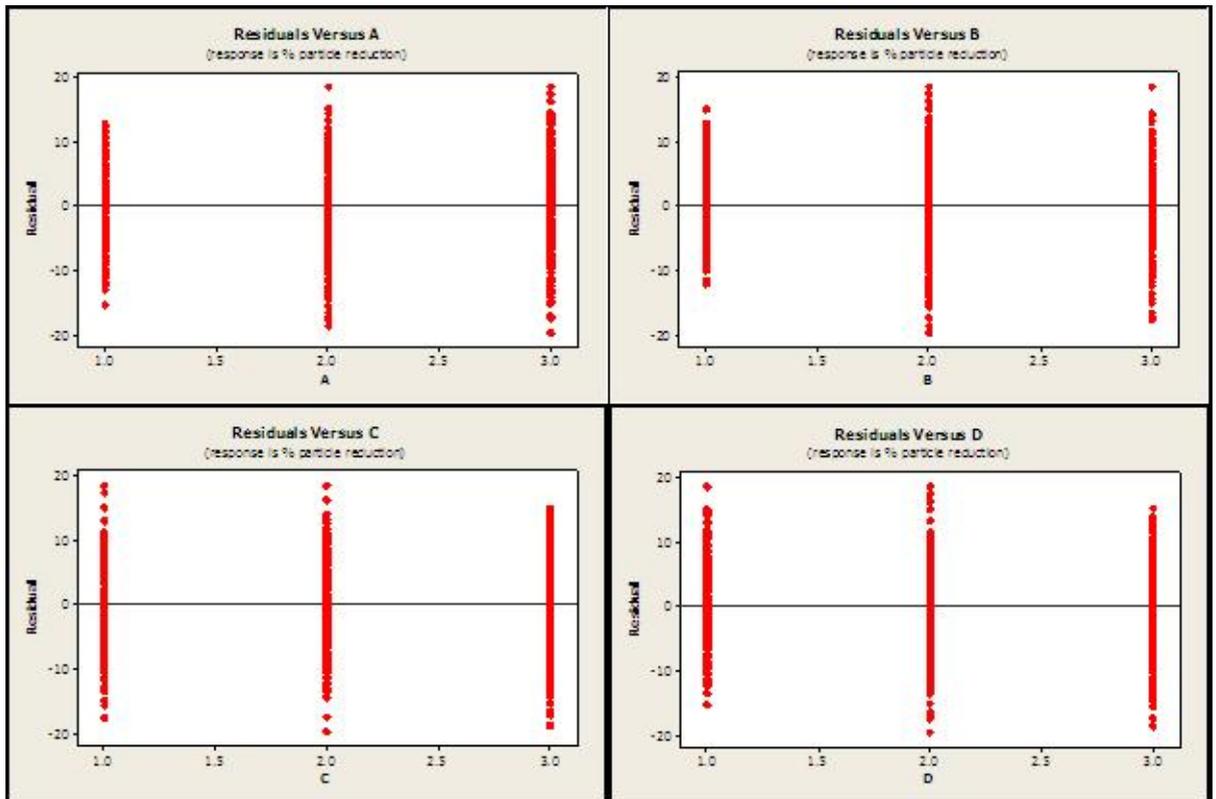
จากภาพที่ 4.5 พบว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวประมาณได้เป็นเส้นตรง ทำให้สรุปได้ว่าข้อมูลมีแนวโน้มการกระจายตัวแบบปกติ



ภาพที่ 4.6

การตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล

จากภาพที่ 4.6 จะเห็นว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างไม่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอนและไม่สามารถทำนายได้ แสดงให้เห็นว่าส่วนตกค้างของข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน



ภาพที่ 4.7

ภาพแสดงการตรวจสอบเสถียรภาพของความแปรปรวนของข้อมูล

จากภาพที่ 4.7 จะเห็นว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างของปัจจัย A, B, C และ D จากแนวเส้นศูนย์ทั้งด้านบนและด้านล่างมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าความแปรปรวนของส่วนตกค้างมีค่าคงที่

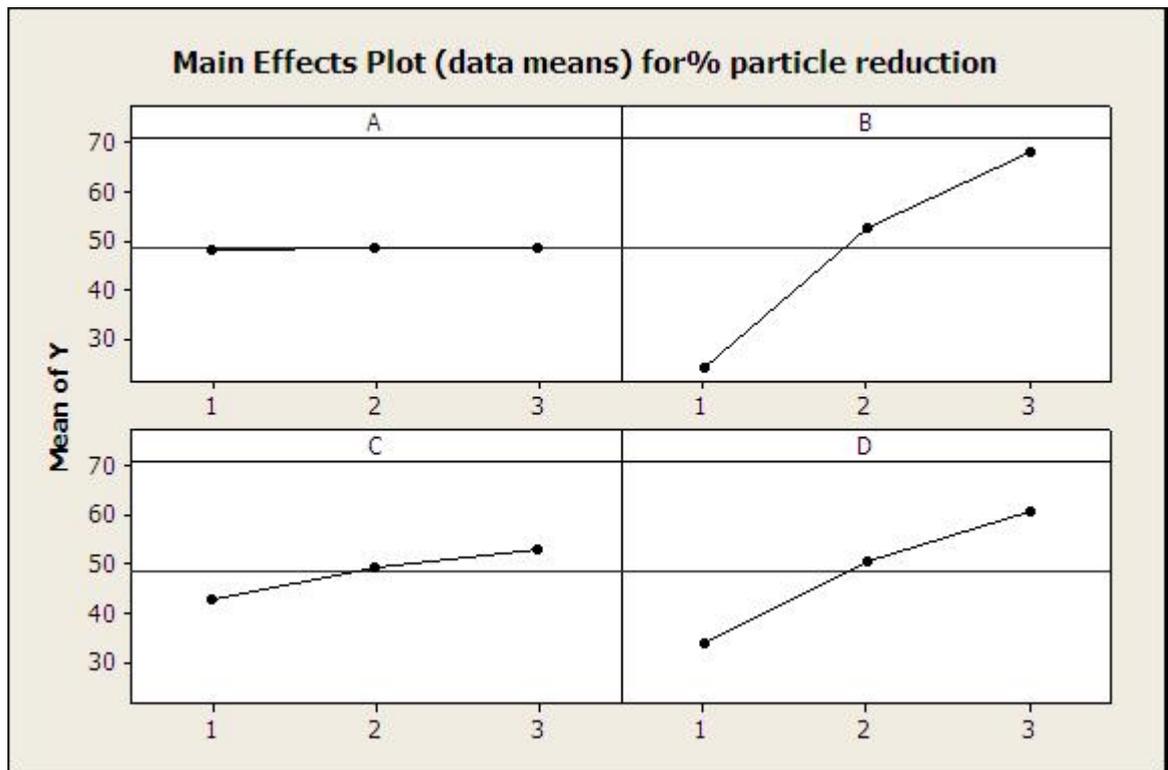
ตารางที่ 4.6

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์

Analysis of Variance for Y, using Adjusted SS for Tests

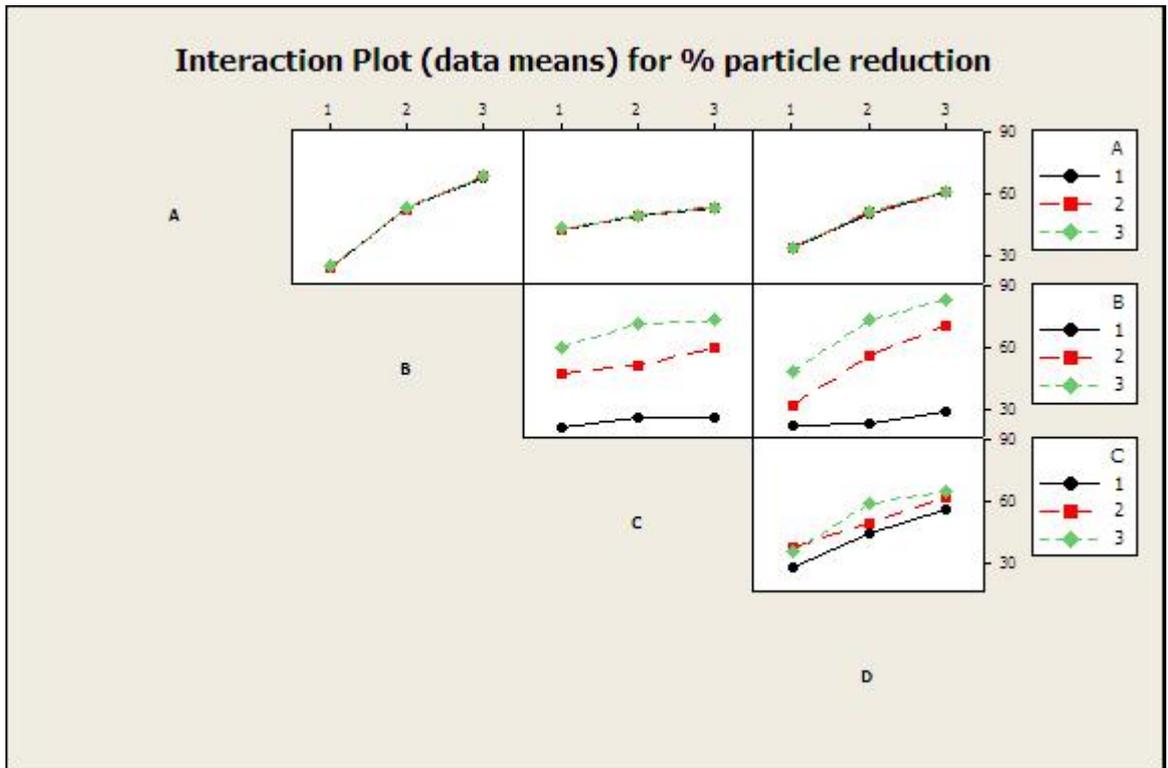
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	21.6	21.6	10.8	0.22	0.800
B	2	270749.0	270749.0	135374.5	2798.08	0.000
C	2	15233.4	15233.4	7616.7	157.43	0.000
D	2	101396.9	101396.9	50698.4	1047.90	0.000
A*B	4	41.1	41.1	10.3	0.21	0.932
A*C	4	16.4	16.4	4.1	0.08	0.987
A*D	4	21.0	21.0	5.3	0.11	0.980
B*C	4	3033.0	3033.0	758.3	15.67	0.000
B*D	4	30543.3	30543.3	7635.8	157.83	0.000
C*D	4	3155.8	3155.8	789.0	16.31	0.000
A*B*C	8	37.1	37.1	4.6	0.10	0.999
A*B*D	8	48.0	48.0	6.0	0.12	0.998
A*C*D	8	58.7	58.7	7.3	0.15	0.996
B*C*D	8	2469.8	2469.8	308.7	6.38	0.000
A*B*C*D	16	83.9	83.9	5.2	0.11	1.000
Error	729	35269.9	35269.9	48.4		
Total	809	462178.9				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 4.6 พบว่าปัจจัยหลัก B, C, D และอันตรกิริยาของ BC, BD, CD และ BCD มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วน ปัจจัยหลัก A และอันตรกิริยาของ AB, AC, AD, ABC, ABD, ACD และ ABCD ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.8

อิทธิพลหลักของการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ 3^4



ภาพที่ 4.9

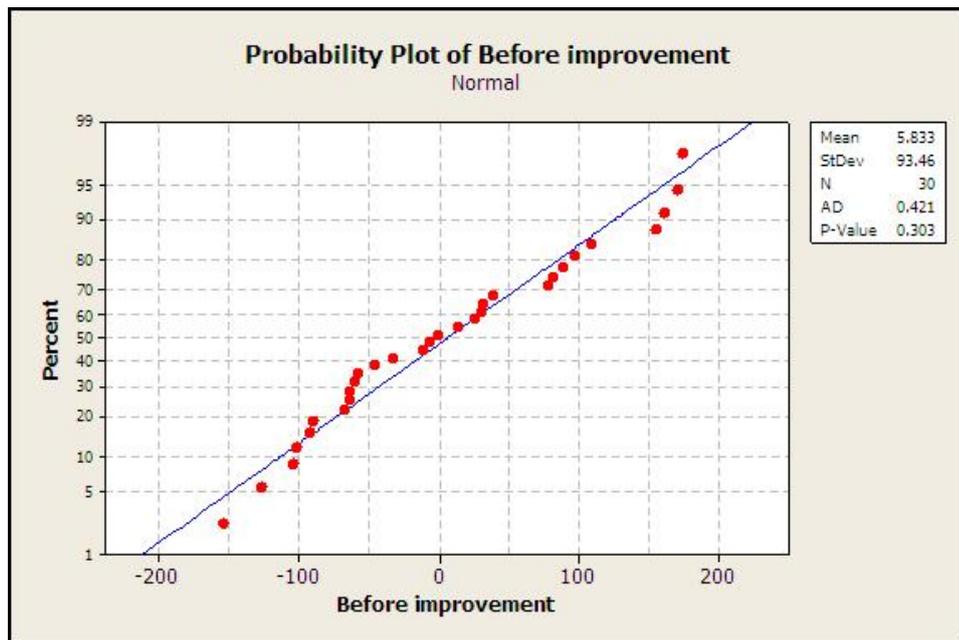
อิทธิพลของอันตรกิริยาการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป 3^4

จากภาพที่ 4.8 พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ของปัจจัย A ที่ระดับ 1, 2 และ 3 มีค่าเกือบจะคงที่ ส่วนเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีค่ามากขึ้นสำหรับปัจจัย B, C และ D ที่ระดับ 3 และจากการสังเกตปัจจัยหลัก C พบว่าค่าปัจจัยหลัก C ที่ได้จากการทดลองปัจจัยเชิงเดียวให้ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มากที่สุดที่ระดับ 2 ในขณะที่ปัจจัยหลัก C ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มากที่สุดที่ระดับ 3 สำหรับการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป สาเหตุเพราะที่การทดลองปัจจัยเชิงเดียวสำหรับศึกษาปัจจัย C เราให้เซตค่าปัจจัย B ที่ระดับ 2 และ D ที่ระดับ 1 (อ้างอิงตารางที่ 4.2) จึงทำให้ C ที่ระดับ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์สูงกว่า C ที่ระดับ 3 ซึ่งสามารถอธิบายทางกายภาพคือที่ C ระดับ 2 จะเคาะอนุภาคออกมาในระดับที่ เครื่องสามารถดูดอนุภาคออกไปได้หมด แต่ที่ C ระดับ 3 จะเคาะอนุภาคออกมาได้มากกว่าในขณะที่เวลาในการดูดและความถี่บีบเท่าเดิมทำให้ไม่สามารถดูดอนุภาคออกไปได้หมด ทำให้อนุภาคคงเหลืออยู่ในฮาร์ดดิสก์มากกว่า

จากภาพที่ 4.9 พบว่ามีอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย BC, BD และ CD โดยเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีค่ามากที่สุดที่ B ระดับ 3 และ C ระดับ 3 สำหรับอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย BC เปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีค่ามากที่สุดที่ B ระดับ 3 และ D ระดับ 3 สำหรับอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย BD และเปอร์เซ็นต์การลดลงของอนุภาคในฮาร์ดดิสก์มีค่ามากที่สุดที่ C ระดับ 3 และ D ระดับ 3 สำหรับอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย CD

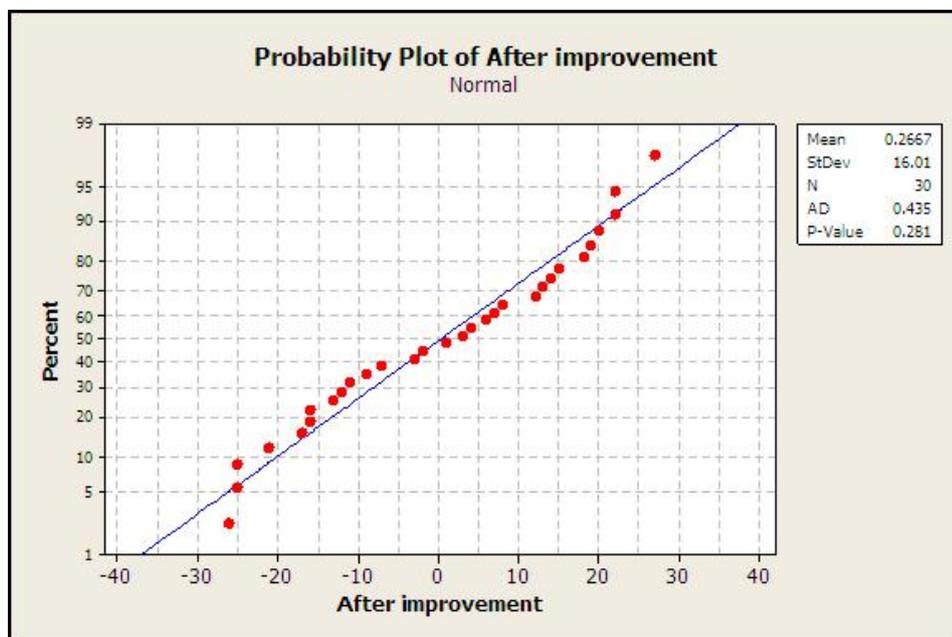
4.3 ผลการเปรียบเทียบจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่เหลืออยู่หลังผ่านเครื่องทำความสะอาดกับจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ไม่ผ่านเครื่องทำความสะอาด

จากผลการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2 เราจะได้ว่าปัจจัยและระดับปัจจัยที่มีผลมากที่สุดต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์คือ ปัจจัย B ที่ระดับ 3 ปัจจัย C ที่ระดับ 3 และปัจจัย D ที่ระดับ 3 เช่นกัน ส่วนปัจจัย A ไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อลดเวลาการทำงานของเครื่องดังนั้นเราจึงเลือกปัจจัย A ที่ระดับ 1 (เวลาในการทำความสะอาดรูสกรู คือ 0 วินาที)ซึ่งจะเห็นว่าเวลาในการดำเนินงานของเครื่องยังคงอยู่ในข้อจำกัดของเวลา คือ 20 วินาที (ในการตั้งค่าปัจจัย C ที่ระดับ 3 และ ปัจจัย D ที่ระดับ 3 จะไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการดำเนินงานของเครื่องเพราะทั้ง 2 ปัจจัยสามารถทำงานไปพร้อมกับปัจจัย B ได้) จากนั้นเราจะนำปัจจัยและระดับปัจจัยที่กล่าวมาแล้วนี้ไปตั้งค่าให้กับเครื่อง แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ในกระบวนการปัจจุบัน ซึ่งขั้นตอนแรกเราจะทำการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 4.10 และ 4.11 ต่อไปจะทำการทดสอบสมมติฐานของผลทดสอบค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ในกระบวนการปัจจุบันกับหลังจากประยุกต์ใช้เครื่องทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ตั้งค่าพารามิเตอร์ตามผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.12, 4.13 และ 4.14



ภาพที่ 4.10

การกระจายตัวของส่วนตกค้างสำหรับค่าจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 4.11

การกระจายตัวของส่วนตกค้างสำหรับค่าจำนวนอนุภาคในฮาร์ดดิสก์หลังปรับปรุง

จากภาพที่ 4.10 และ 4.11 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลประมาณได้เป็นเส้นตรง ทำให้สรุปได้ว่าข้อมูลมีแนวโน้มการกระจายตัวแบบปกติ

ตารางที่ 4.7

การทดสอบสมมติฐานของผลทดสอบค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ก่อนและหลังปรับปรุง

Two-Sample T-Test and CI: Before improve, After improve

Two-sample T for Before improve vs After improve

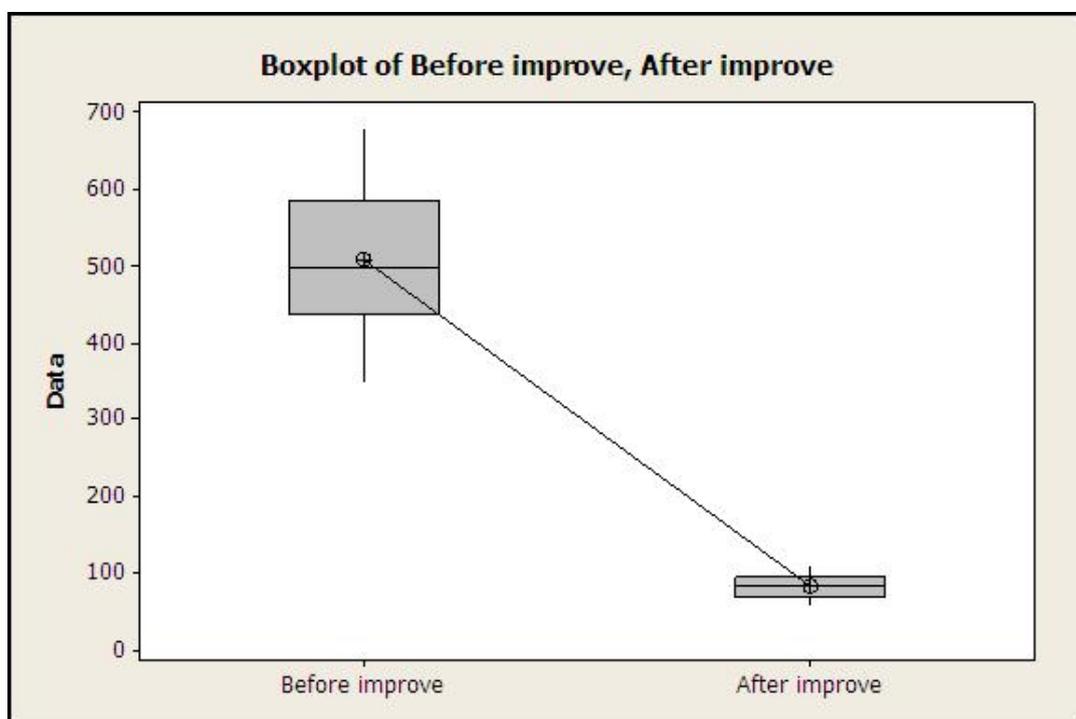
	N	Mean	StDev	SE Mean
Before improve	30	507.8	93.5	17
After improve	30	83.3	16.0	2.9

Difference = μ (Before improve) - μ (After improve)

Estimate for difference: 424.567

95% CI for difference: (389.209, 459.924)

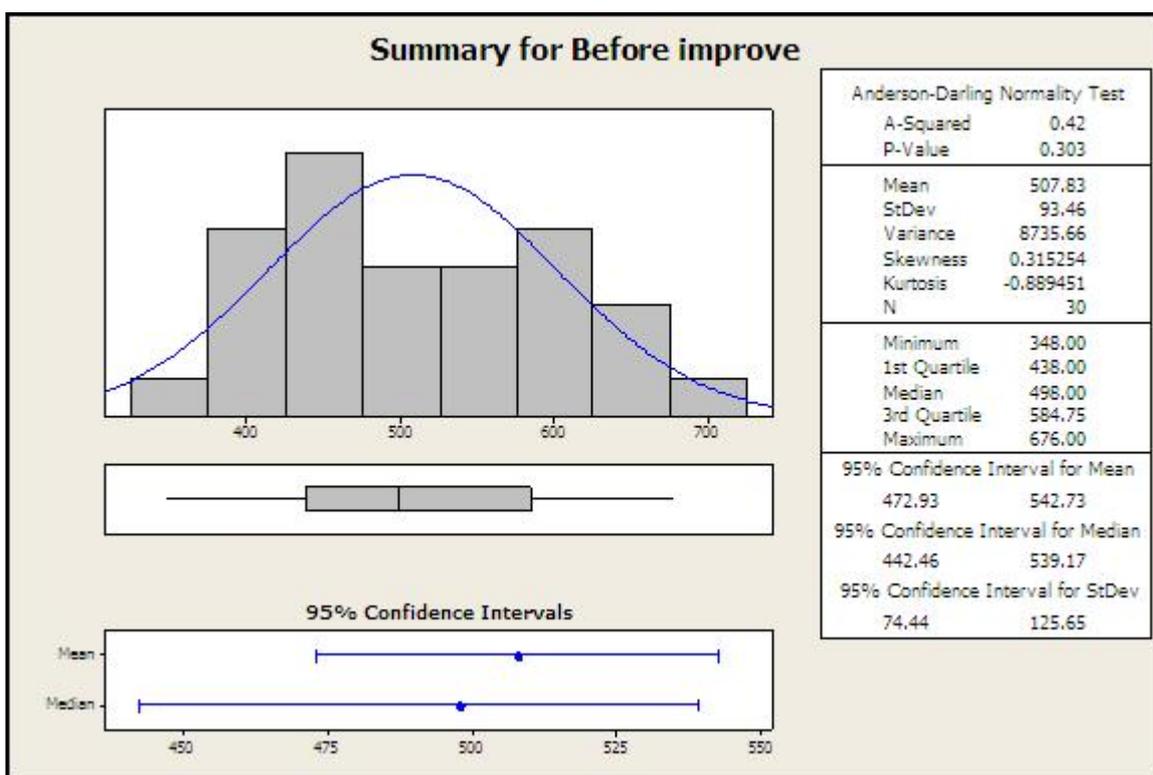
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 24.52 P-Value = 0.000 DF = 30



ภาพที่ 4.12

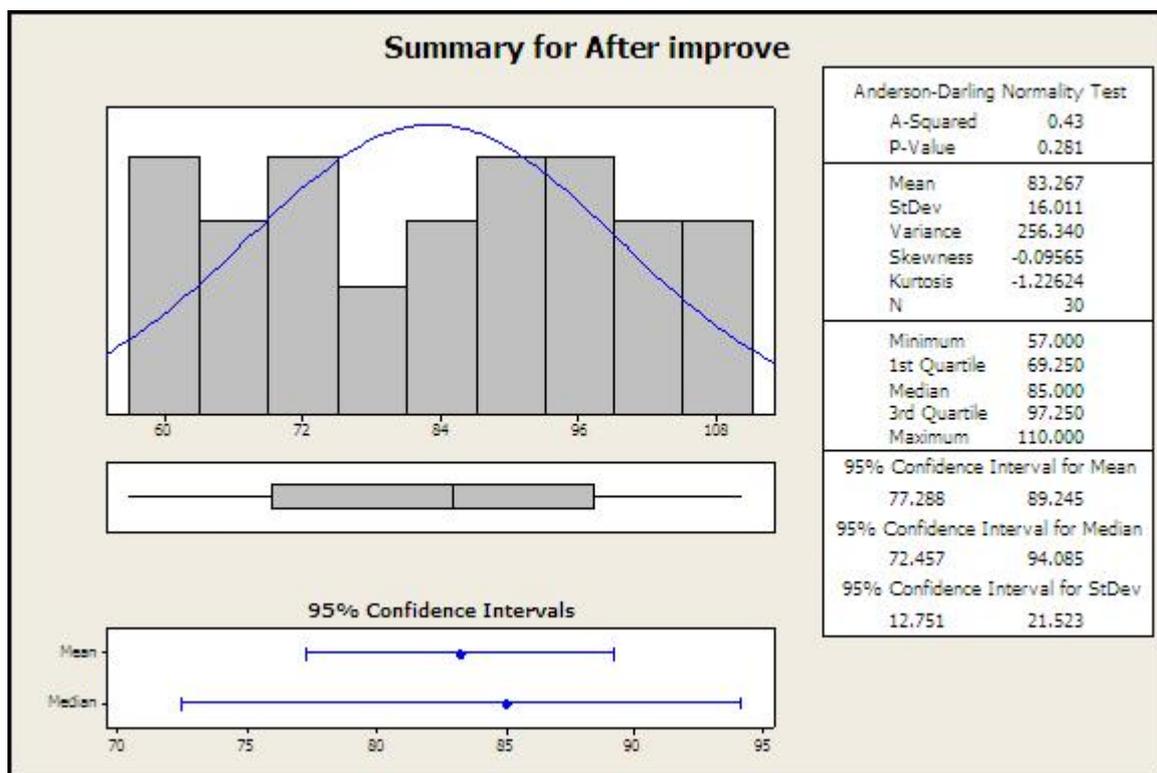
การเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ก่อนและหลังปรับปรุง

จากตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.12 แสดงผลการทดสอบสมมติฐานของปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ก่อนและหลังปรับปรุง ซึ่งยืนยันว่าค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์หลังจากประยุกต์ใช้เครื่องทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ตั้งค่าพารามิเตอร์ตามผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ได้จากกระบวนการปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.13

ปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ได้จากกระบวนการปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง)



ภาพที่ 4.14

ปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ได้หลังจากใช้เครื่องทำความสะอาด (หลังปรับปรุง)

จากภาพที่ 4.13 และ 4.14 พบว่าค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ได้จากกระบวนการปัจจุบันมีค่าระหว่าง 473 – 543 อนุภาค ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ได้หลังจากใช้เครื่องทำความสะอาดมีค่าระหว่าง 77 – 89 อนุภาคที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งจะเห็นว่าค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์หลังจากประยุกต์ใช้เครื่องทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ตั้งค่าพารามิเตอร์ตามผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ มีค่าลดลงจากกระบวนการปัจจุบันมาก

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์ที่ได้จากกระบวนการปัจจุบันมีค่าประมาณ 508 อนุภาค ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์หลังจากประยุกต์ใช้เครื่องทำความสะอาดมีค่าประมาณ 83 อนุภาค ซึ่งโดยประมาณแล้วค่าปริมาณอนุภาคในฮาร์ดดิสก์หลังจากประยุกต์ใช้เครื่องทำความสะอาดฮาร์ดดิสก์ที่ตั้งค่าพารามิเตอร์ตามผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ มีค่าลดลงประมาณ 84%