



ผลการทดลองและวิจารณ์

การแสดงและวิจารณ์ผลการทดลองต่อไปนี้มุ่งวิจารณ์ถึงผลของพารามิเตอร์ควบคุมกระบวนการกวนเร็วในท่อแนวตั้ง G T และ C ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น โดยทำการทดลองแปรค่าเกรเดียนต์ความเร็วของการกวนเร็ว, G เวลาพักของการกวนเร็ว, T ความเข้มข้นของสารส้ม, C และอัตราการไหลล้นผิว, SOR โดยที่เกรเดียนต์ความเร็วและเวลาพักของการกวนช้าเท่ากับ 25 วินาที⁻¹ และ 30 นาที ตลอดทุกการทดลอง กำหนดให้

$$\text{ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น (\%)} = 100(n_0 - n)/n_0$$

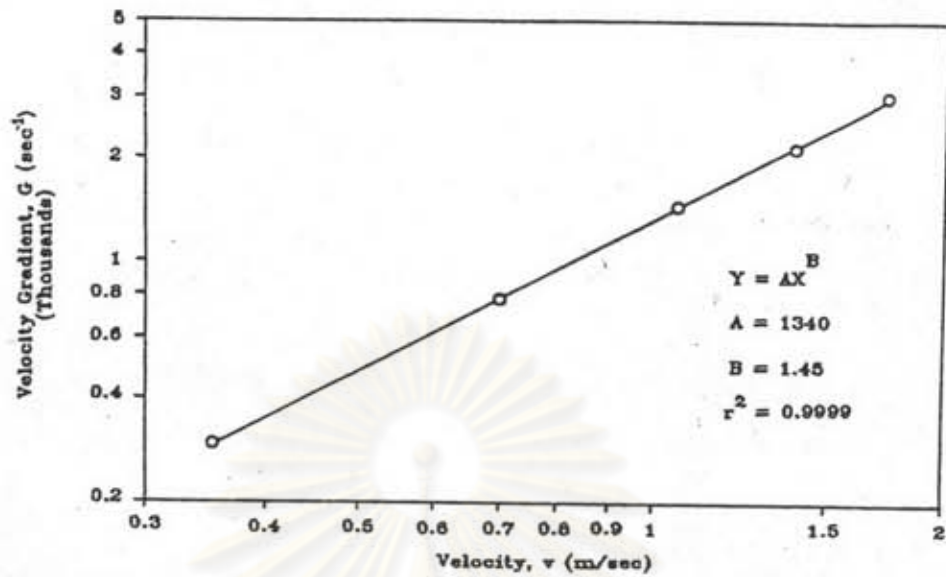
โดยที่ n_0 คือความขุ่นในกระแสรวเข้า n คือความขุ่นในกระแสรวออกหลังจากปล่อยให้ตกตะกอนที่ SOR ต่าง ๆ

5.1 ค่า G ที่อัตราน้ำไหลต่าง ๆ

ค่าเกรเดียนต์ความเร็วของการกวนผสมในท่อ ได้คำนวณหาด้วยการวัดความสูญเสียหัวน้ำในท่อที่อัตราน้ำไหลต่าง ๆ ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณใน ผ.2 โดยค่า G และ v ที่ได้จากอัตราน้ำไหลต่าง ๆ นั้นแสดงในตารางที่ 17

รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง G กับ v สำหรับการกวนผสมในท่อแนวตั้งที่มีสภาพการไหลแบบปั่นป่วน (turbulent flow) ซึ่งมีค่า N_{gr} แปรจาก 7000 ถึง 37000 พบว่า G ไม่ขึ้นกับความยาวท่อ แต่ขึ้นกับอัตราน้ำไหลหรือความเร็วของการไหลในท่อที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ นอกจากนี้ชนิดและขนาดของท่อก็มีผลต่อค่า G และสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง G v และ D ในรูปสมการเอ็มไพริคัลคือ $G = 1340 v^{1.45} = 106.5 v^{1.45} / D^{0.625}$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (coefficient of determination) เท่ากับ 1

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าสูญเสียหัวน้ำที่เกิดขึ้นกับสมการที่ 3.11 ถึง 3.14 จะพบว่าท่อที่ใช้ทดลองมีผิวภายในค่อนข้างหยาบถึงหยาบ



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง v กับ G

5.2 ผลของ T ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น

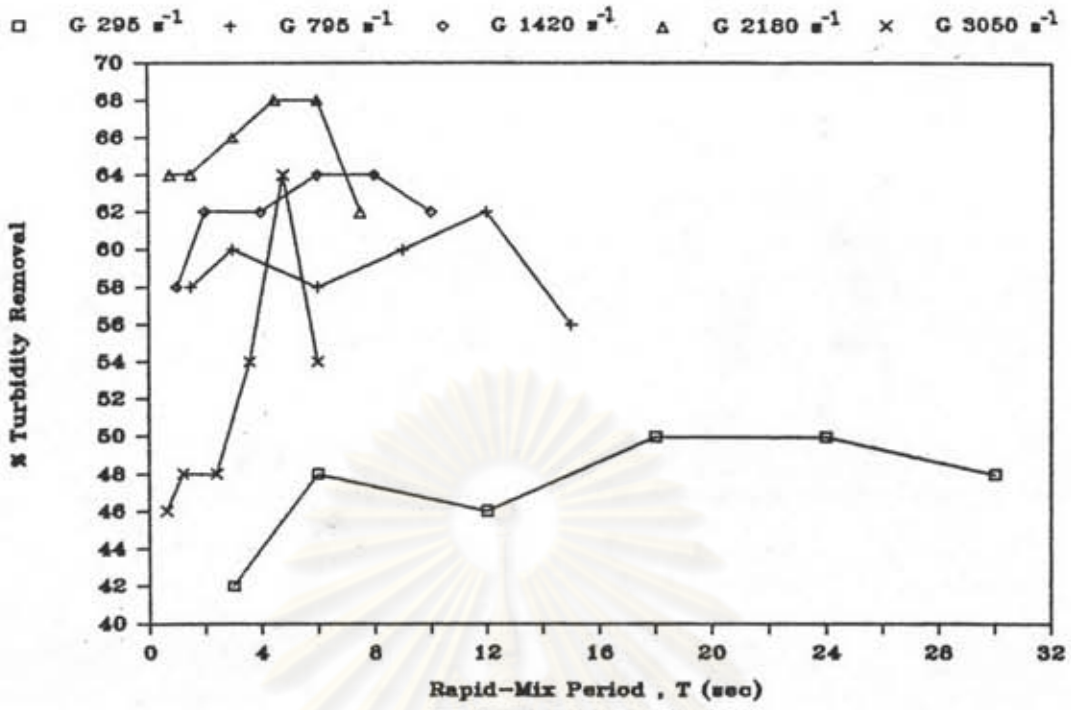
ผลของ T ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในช่วงที่ T แปรจาก 0.6 ถึง 30 วินาที G แปรจาก 295 ถึง 3050 วินาที⁻¹ C แปรจาก 5 ถึง 30 มก./ล. และ SOR แปรจาก 0.5 ถึง 1.5 ม./ชม. แสดงไว้ในรูปที่ 5.2 ถึง 5.31 กำหนดให้ T^* คือค่า T ที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นสูงสุด โดยค่า T^* ที่ G และ C ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 ถึง 5.3

5.2.1 ที่ค่า G คงที่

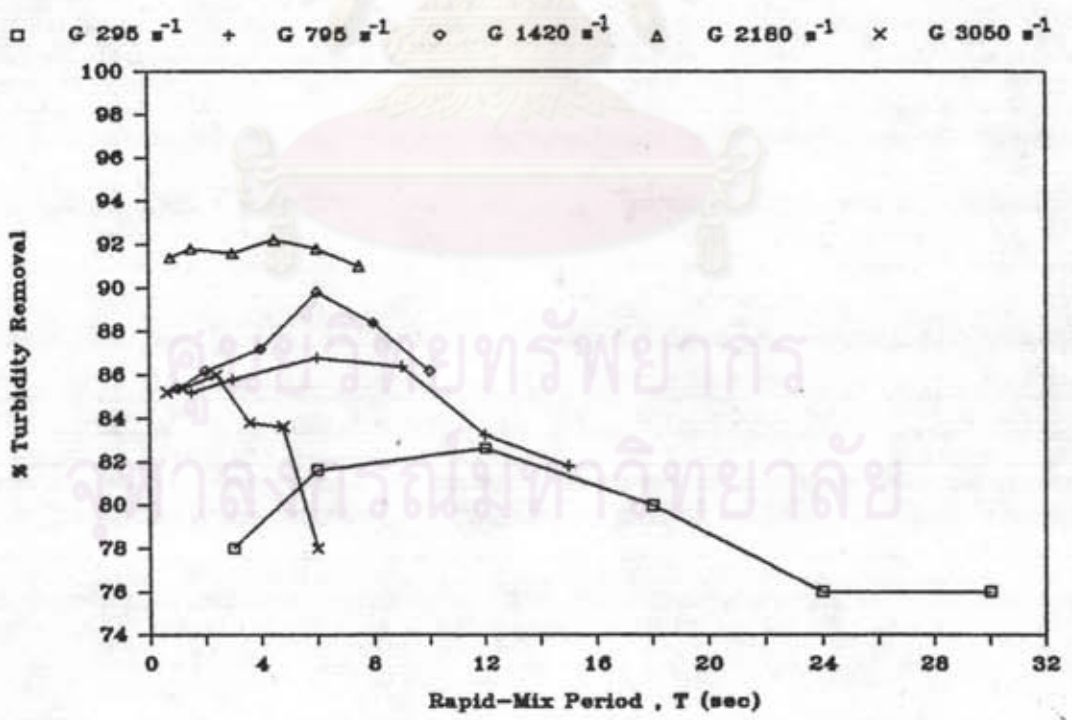
ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นกับ T ที่แต่ละค่า C แสดงไว้ในรูปที่ 5.2 ถึง 5.16

รูปที่ 5.2 ที่ C 5 มก./ล. SOR 1.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 18 12 6 4.5 4.8 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 50 62 64 68 64 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.3 ที่ C 10 มก./ล. SOR 1.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 12 6 6 4.5 2.4 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.6 86.8 89.8 92.2 86 % ตามลำดับ

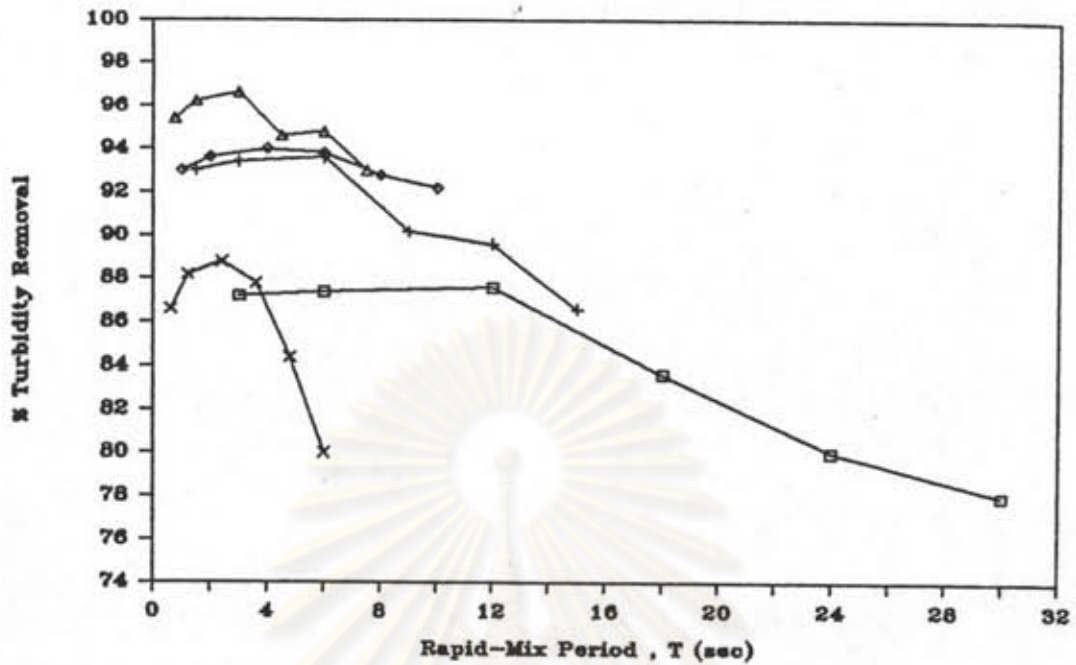


รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. C เท่ากับ 5 มก./ล.



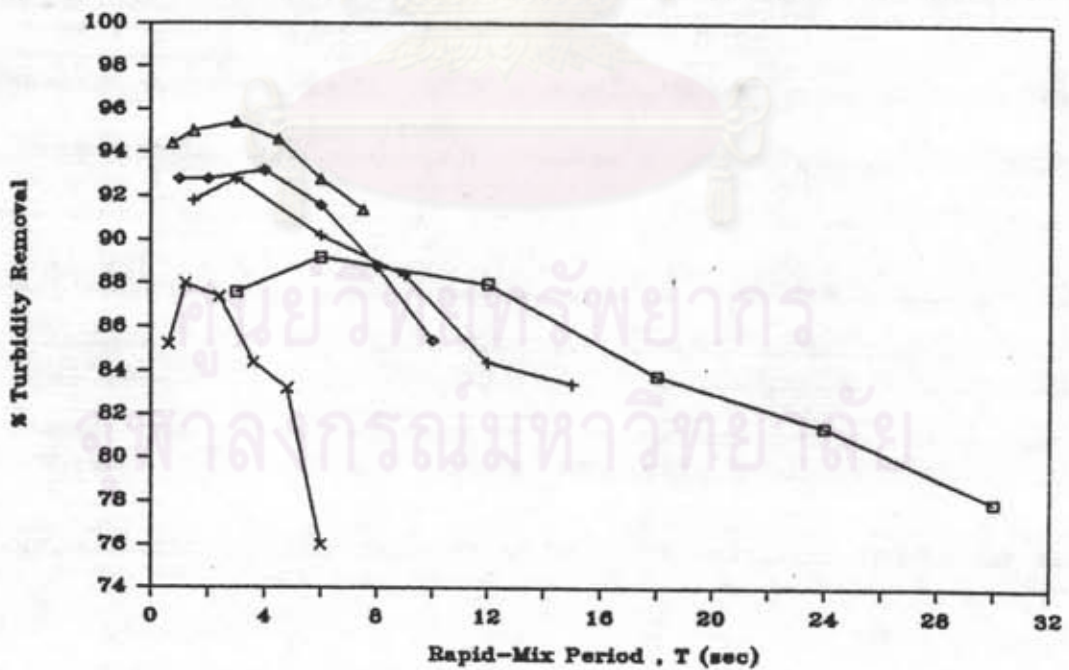
รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. C เท่ากับ 10 มก./ล.

□ G 295 s⁻¹ + G 795 s⁻¹ ○ G 1420 s⁻¹ △ G 2180 s⁻¹ × G 3050 s⁻¹ 43



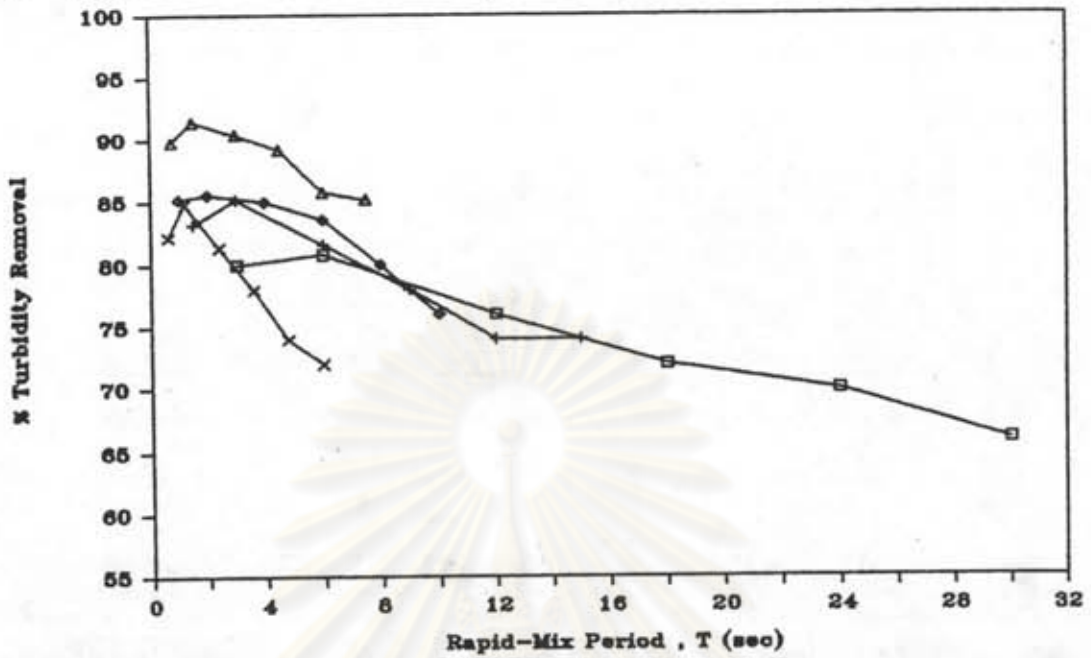
รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เท่ากับ 15 ม./ล. เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม.

□ G 295 s⁻¹ + G 795 s⁻¹ ○ G 1420 s⁻¹ △ G 2180 s⁻¹ × G 3050 s⁻¹



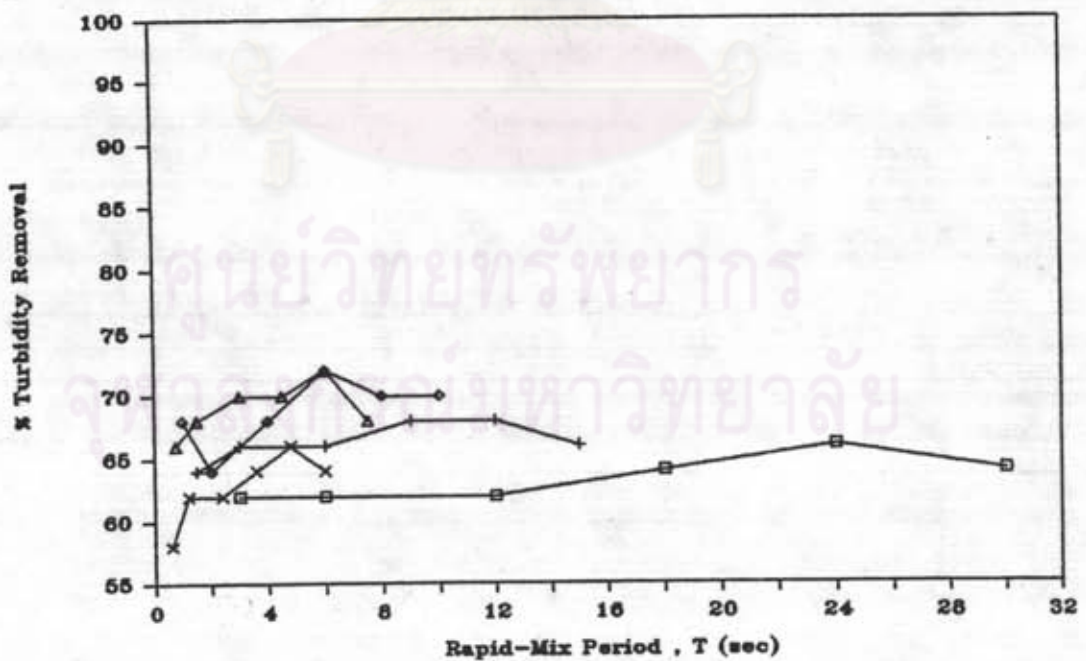
รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เท่ากับ 20 ม./ล. เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม.

□ G 295 s⁻¹ + G 795 s⁻¹ ○ G 1420 s⁻¹ △ G 2180 s⁻¹ × G 3050 s⁻¹ 44



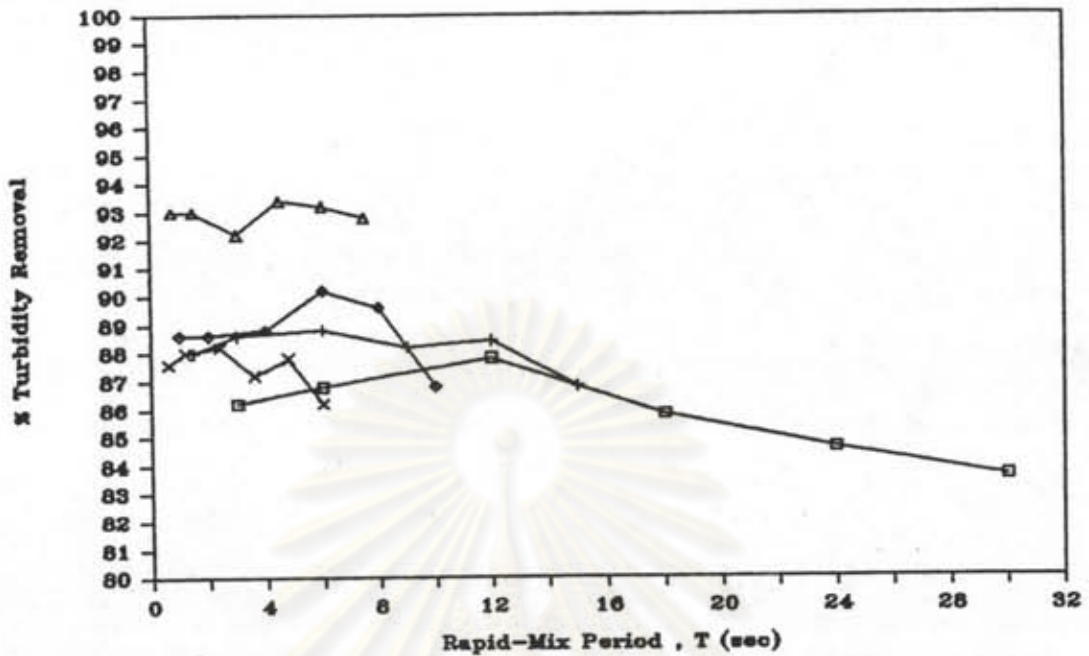
รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. C เท่ากับ 30 มก./ล.

□ G 295 s⁻¹ + G 795 s⁻¹ ○ G 1420 s⁻¹ △ G 2180 s⁻¹ × G 3050 s⁻¹



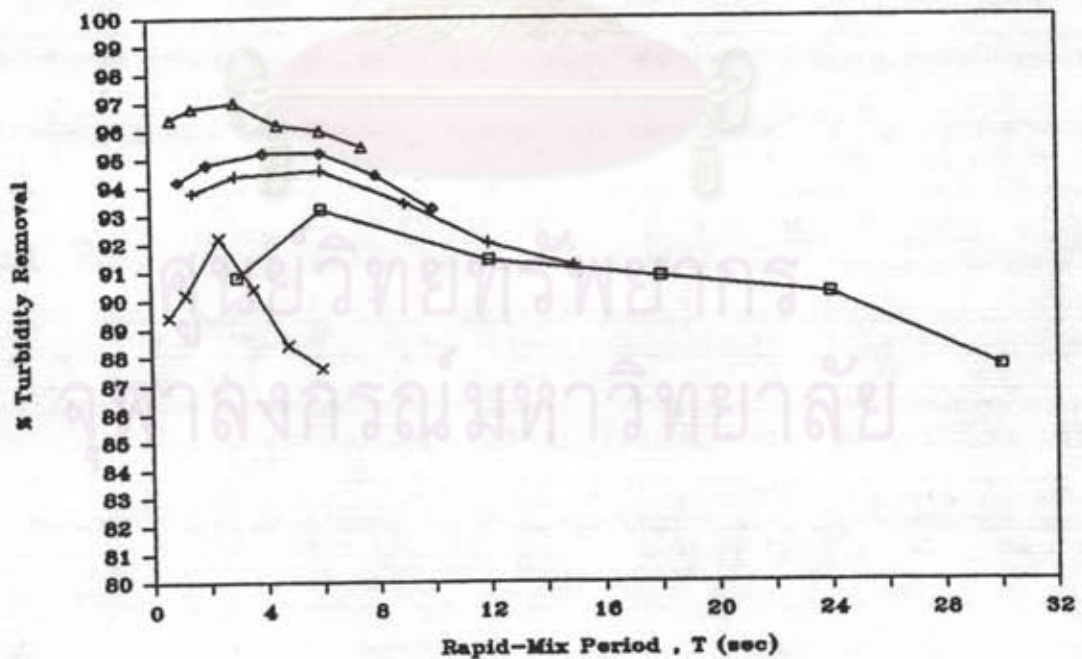
รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. C เท่ากับ 5 มก./ล.

□ $G 295 \text{ s}^{-1}$ + $G 795 \text{ s}^{-1}$ ○ $G 1420 \text{ s}^{-1}$ △ $G 2180 \text{ s}^{-1}$ × $G 3050 \text{ s}^{-1}$ 45

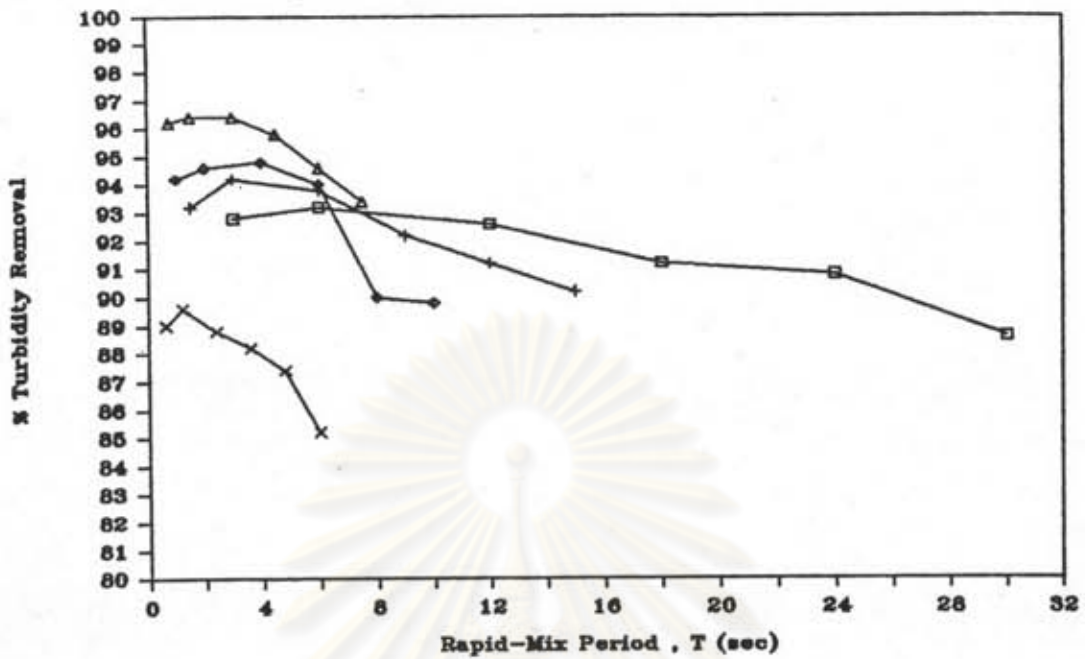


รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. C เท่ากับ 10 มก./ล.

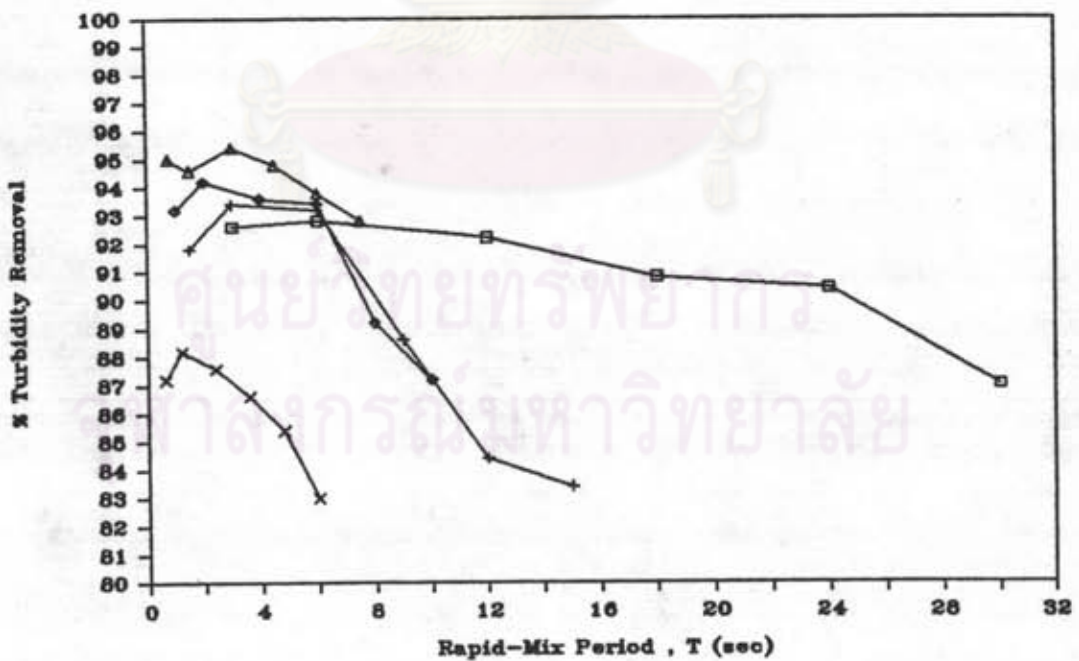
□ $G 295 \text{ s}^{-1}$ + $G 795 \text{ s}^{-1}$ ○ $G 1420 \text{ s}^{-1}$ △ $G 2180 \text{ s}^{-1}$ × $G 3050 \text{ s}^{-1}$



รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. C เท่ากับ 15 มก./ล.

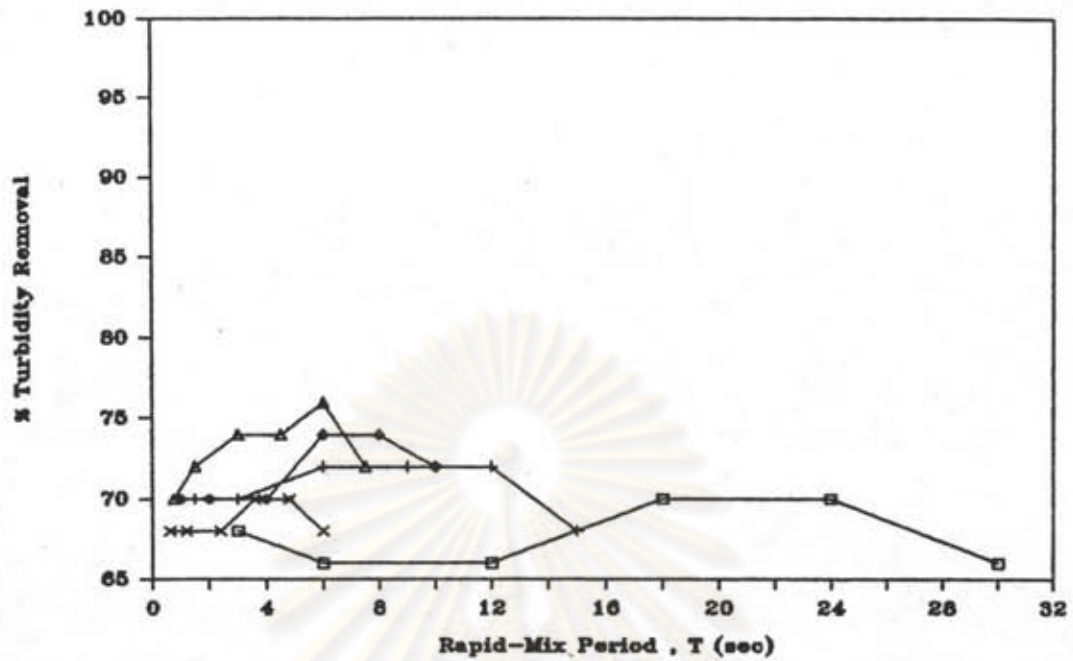


รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เท่ากับ 20 มก./ล. เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 น./ชม.



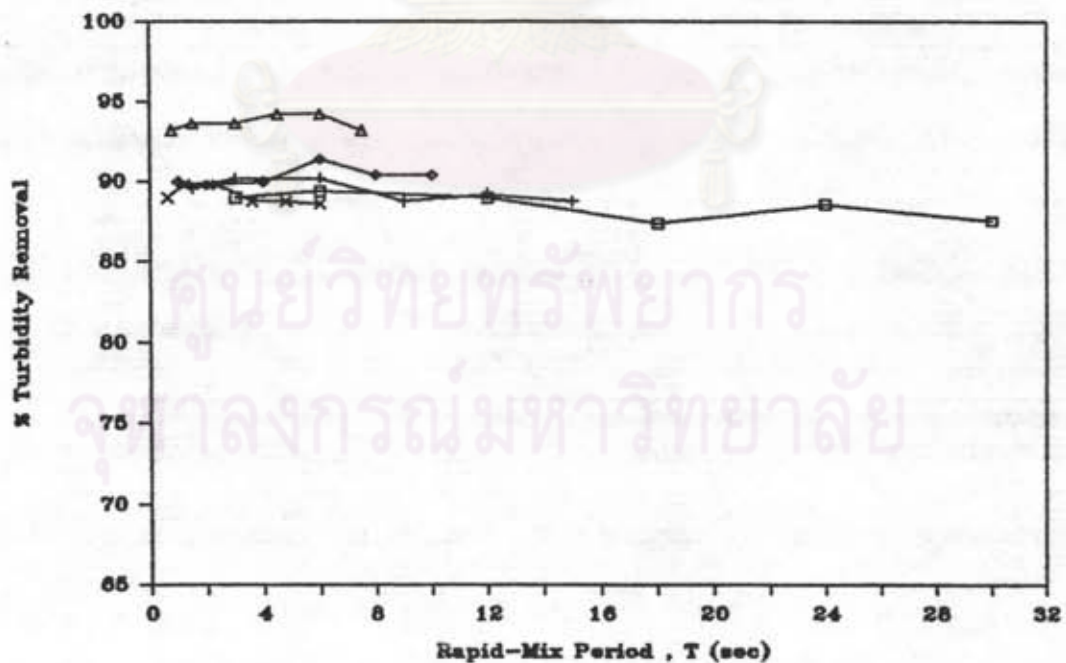
รูปที่ 5.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เท่ากับ 30 มก./ล. เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 น./ชม.

□ $G\ 295\ s^{-1}$ + $G\ 795\ s^{-1}$ ○ $G\ 1420\ s^{-1}$ △ $G\ 2180\ s^{-1}$ × $G\ 3050\ s^{-1}$ 47



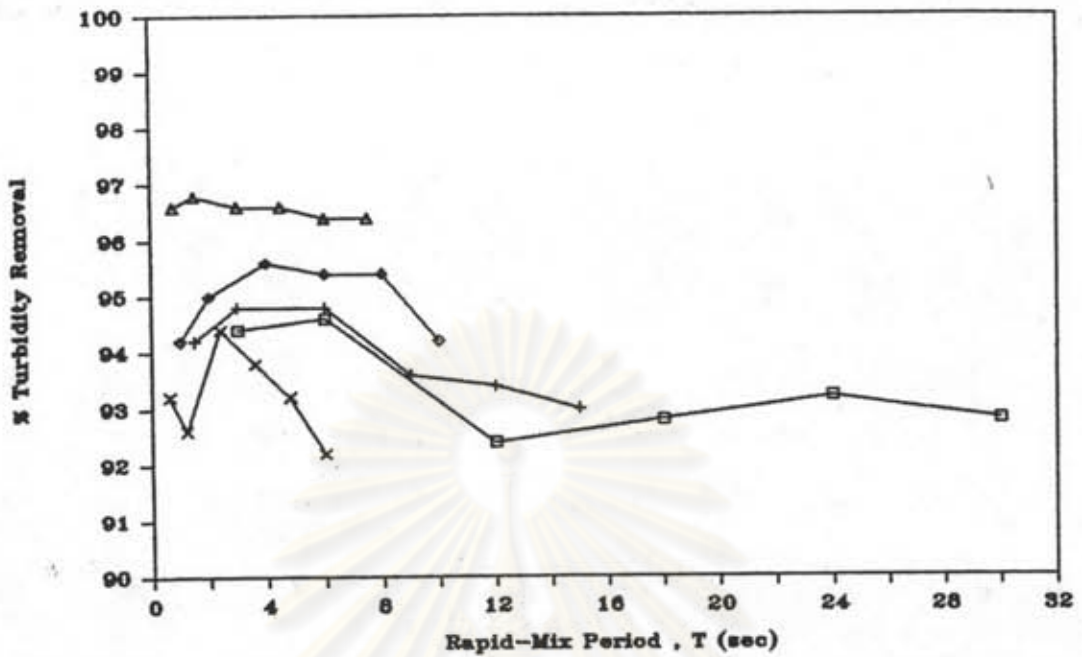
รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. C เท่ากับ 5 มก./ล.

□ $G\ 295\ s^{-1}$ + $G\ 795\ s^{-1}$ ○ $G\ 1420\ s^{-1}$ △ $G\ 2180\ s^{-1}$ × $G\ 3050\ s^{-1}$



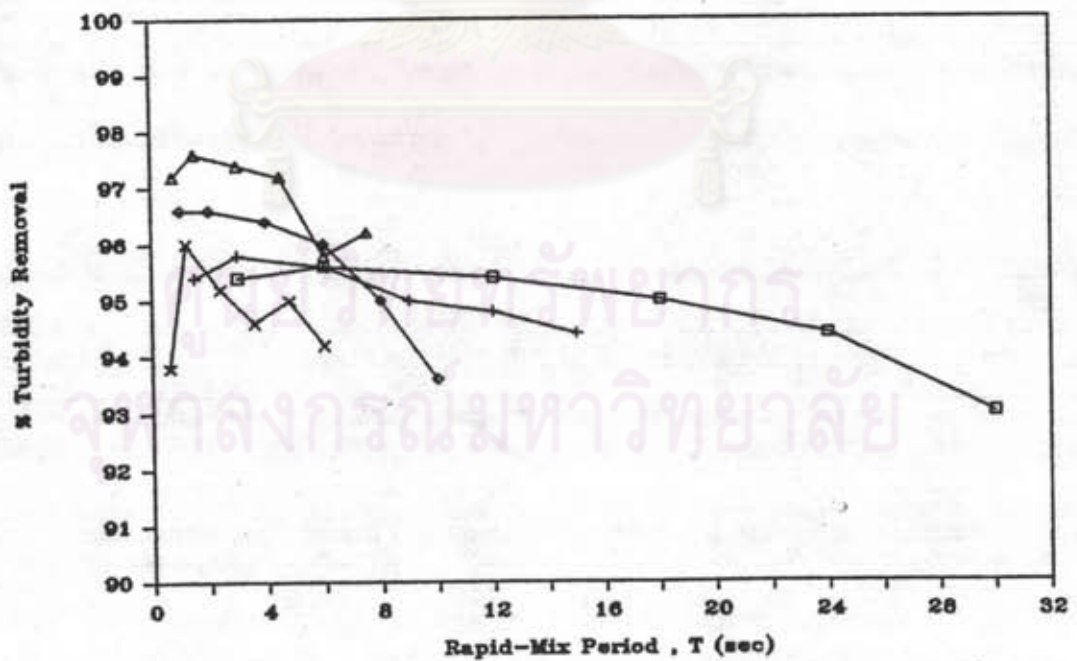
รูปที่ 5.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. C เท่ากับ 10 มก./ล.

□ $G 295 \text{ s}^{-1}$ + $G 795 \text{ s}^{-1}$ ○ $G 1420 \text{ s}^{-1}$ △ $G 2180 \text{ s}^{-1}$ × $G 3050 \text{ s}^{-1}$ 48

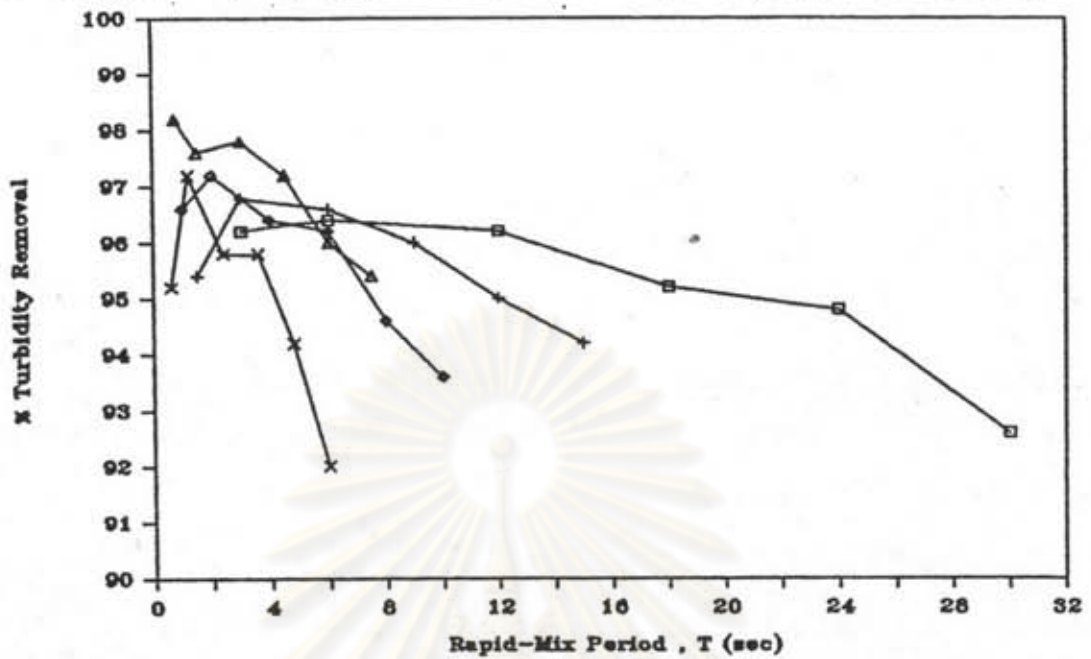


รูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. C เท่ากับ 15 มก./ล.

□ $G 295 \text{ s}^{-1}$ + $G 795 \text{ s}^{-1}$ ○ $G 1420 \text{ s}^{-1}$ △ $G 2180 \text{ s}^{-1}$ × $G 3050 \text{ s}^{-1}$



รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. C เท่ากับ 20 มก./ล.



รูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. C เท่ากับ 30 มก./ล.

ตารางที่ 5.1 แสดงค่า T* ที่ G และ C ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 1.5 ม./ชม.

C (มก./ล.)	G (วินาที ⁻¹)				
	295	795	1420	2180	3050
5	18	12	6	4.5	4.8
10	12	6	6	4.5	2.4
15	12	6	4	3	2.4
20	6	3	4	3	1.2
30	6	3	2	1.5	1.2

ตารางที่ 5.2 แสดงค่า T^* ที่ G และ C ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 1.0 ม./ชม.

C (มก./ล.)	G (วินาที ⁻¹)				
	295	795	1420	2180	3050
	T* (วินาที)				
5	24	9	6	6	4.8
10	12	6	6	4.5	2.4
15	6	6	4	3	2.4
20	6	3	4	1.5	1.2
30	6	3	2	1.5	1.2

ตารางที่ 5.3 แสดงค่า T^* ที่ G และ C ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 0.5 ม./ชม.

C (มก./ล.)	G (วินาที ⁻¹)				
	295	795	1420	2180	3050
	T* (วินาที)				
5	18	6	6	6	3.6
10	6	3	6	4.5	1.2
15	6	3	4	1.5	2.4
20	6	3	1	1.5	1.2
30	6	3	2	0.75	1.2



รูปที่ 5.4 ที่ C 15 มก./ล. SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 12 6
4 3 2.4 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.6
93.6 94 96.6 88.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.5 ที่ C 20 มก./ล. SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 3 4
3 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.2
92.8 93.2 95.4 88 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.6 ที่ C 30 มก./ล. SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 3 2
1.5 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.8
85.2 85.6 91.4 84.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.7 ที่ C 5 มก./ล. SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 24 9 6
6 4.8 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 66 68
72 72 66 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.8 ที่ C 10 มก./ล. SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 12 6
6 4.5 2.4 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ
87.8 88.8 90.2 93.4 88.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.9 ที่ C 15 มก./ล. SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 6 4
3 2.4 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.2
94.6 95.2 96.6 92.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.10 ที่ C 20 มก./ล. SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 3
4 1.5 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ
93.2 94.2 94.8 96.4 89.6 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.11 ที่ C 30 มก./ล. SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 3
2 3 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.8
93.4 94.2 95.4 88.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.12 ที่ C 5 มก./ล. SOR 0.5. ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 18 6
6 6 3.6 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 70
72 74 76 70 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.13 ที่ C 10 มก./ล. SOR 0.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 6 3 6 4.5 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.4 90.2 91.4 94.2 89.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.14 ที่ C 15 มก./ล. SOR 0.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 6 3 4 1.5 2.4 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.6 94.8 95.6 96.8 94.4 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.15 ที่ C 20 มก./ล. SOR 0.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 6 3 1 1.5 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 95.6 95.8 96.6 97.6 96 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.16 ที่ C 30 มก./ล. SOR 0.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 6 3 2 0.75 1.2 วินาที ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.4 96.8 97.2 98.2 97.2 % ตามลำดับ

ผลการทดลองจากรูปที่ 5.2 ถึง 5.16 และตารางที่ 5.1 ถึง 5.3 แสดงว่า T^* ของกระบวนการกวนเร็วในท่อแนวตั้งมีค่าแปรจาก 0.75 ถึง 24 วินาที โดยที่ค่า C และ G ไต ๆ ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลากวนผสมหรือเวลากักมากขึ้น จากการที่อนุภาคคอลลอยด์ถูกทำลายสภาวะคงตัวด้วยสารส้มที่แพร่กระจายในชั้นกวนเร็ว แล้วสัมผัสรวมตัวกันได้อนุภาคตะกอน (micro floc) ที่มีขนาดและปริมาณเพิ่มขึ้นตามเวลาของการกวนผสมมากขึ้น จนได้ปริมาณและขนาดใหญ่ที่สุดที่ T^* ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดที่ T^* นี้ จากนี้ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นจะลดลงเมื่อเวลาผสมนานกว่า T^* เนื่องจากผลของการแตกออกเป็นอนุภาคที่เล็กลงของอนุภาคตะกอนจากแรงเฉือนที่กระทำนานเกินไป ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (11, 26, 42)

ค่า G มีผลต่อ T^* โดยที่เมื่อ G เพิ่มขึ้น ทำให้ T^* มีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (11, 42) เนื่องจากที่ G เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการแพร่กระจายสารส้มให้ผสมกับน้ำดิบทั่วถึงได้รวดเร็วกว่า ทำให้โอกาสทำลายสภาวะคงตัวของคอลลอยด์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ การชนและรวมตัวของอนุภาคคอลลอยด์ที่ถูกทำลายสภาวะคงตัวและอนุภาคตะกอนมี โอกาสสัมผัสหรือจำนวนสัมผัสเพิ่มขึ้น ได้ปริมาณอนุภาคตะกอนที่มีขนาดใหญ่เร็วขึ้น จึงมีผลสืบเนื่องต่อเวลาการกวนผสมที่เหมาะสมลดลง

5.2.2 ที่ค่า C คงที่

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นกับ T ที่แต่ละค่า G แสดงไว้ในรูปที่ 5.17 ถึง 5.31

รูปที่ 5.17 ที่ G 295 วินาที⁻¹ SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 18 12 12 6 6 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 50 82.6 87.6 89.2 80.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.18 ที่ G 795 วินาที⁻¹ SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 12 6 6 3 3 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 62 86.8 93.6 92.8 85.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.19 ที่ G 1420 วินาที⁻¹ SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 6 4 4 2 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 64 89.8 94 93.2 85.6 % ตามลำดับ

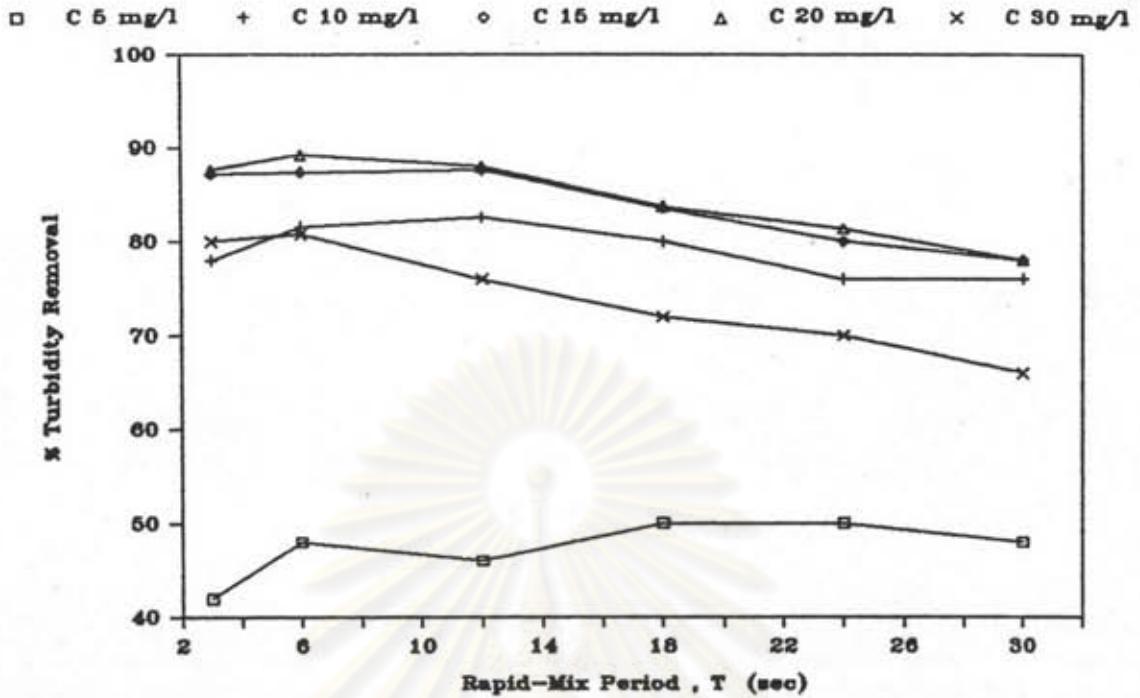
รูปที่ 5.20 ที่ G 2180 วินาที⁻¹ SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 4.5 4.5 3 3 1.5 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 68 92.2 96.6 95.4 91.4 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.21 ที่ G 3050 วินาที⁻¹ SOR 1.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 4.8 2.4 2.4 1.2 1.2 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 64 86 88.8 88 84.8 % ตามลำดับ

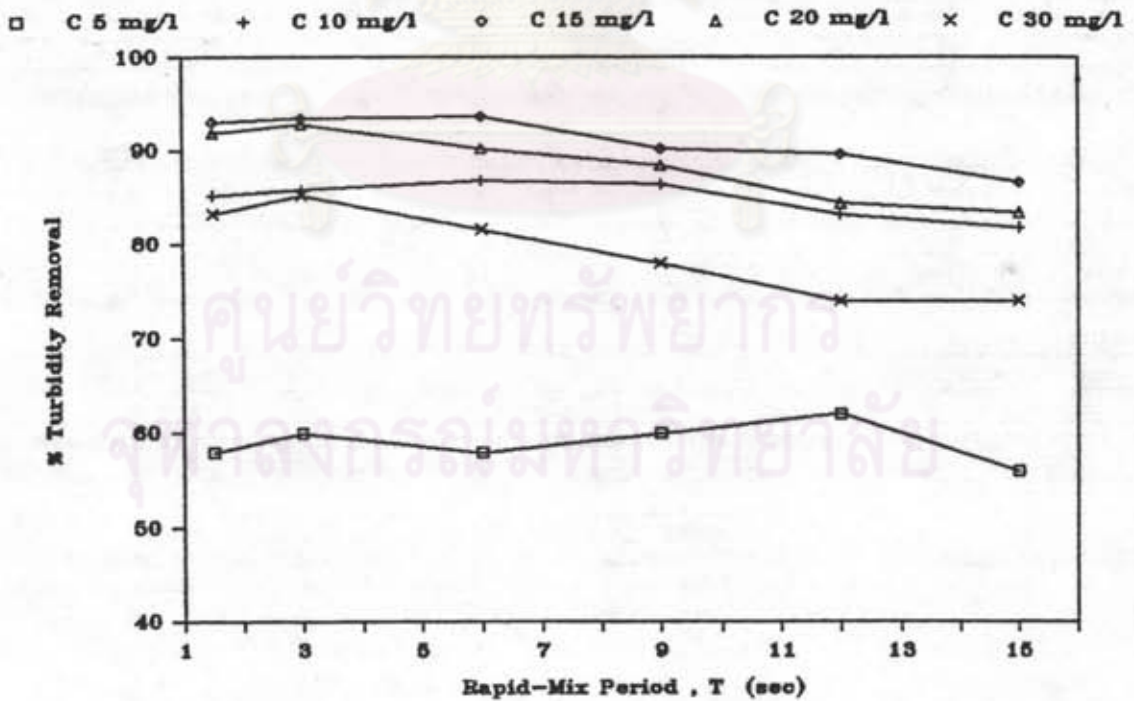
รูปที่ 5.22 ที่ G 295 วินาที⁻¹ SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 24 12 6 6 6 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 66 87.8 93.2 93.2 92.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.23 ที่ G 795 วินาที⁻¹ SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 9 6 6 3 3 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 68 88.8 94.6 94.2 93.4 % ตามลำดับ

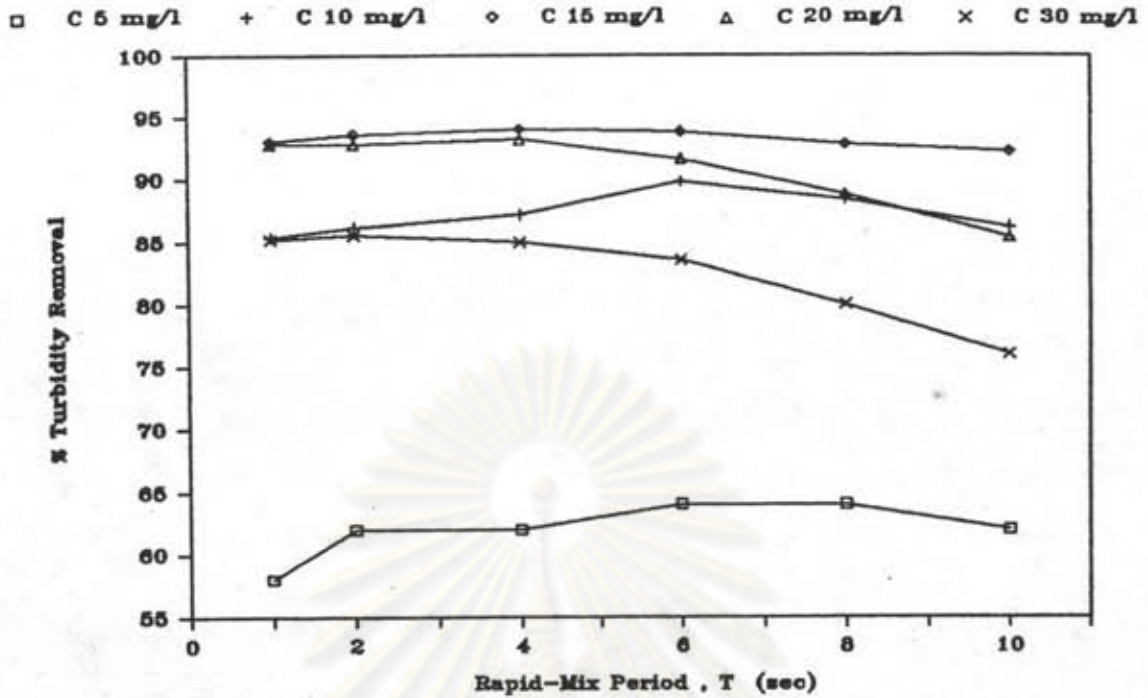
รูปที่ 5.24 ที่ G 1420 วินาที⁻¹ SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 6 4 4 2 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 72 90.2 95.2 94.8 94.2 % ตามลำดับ



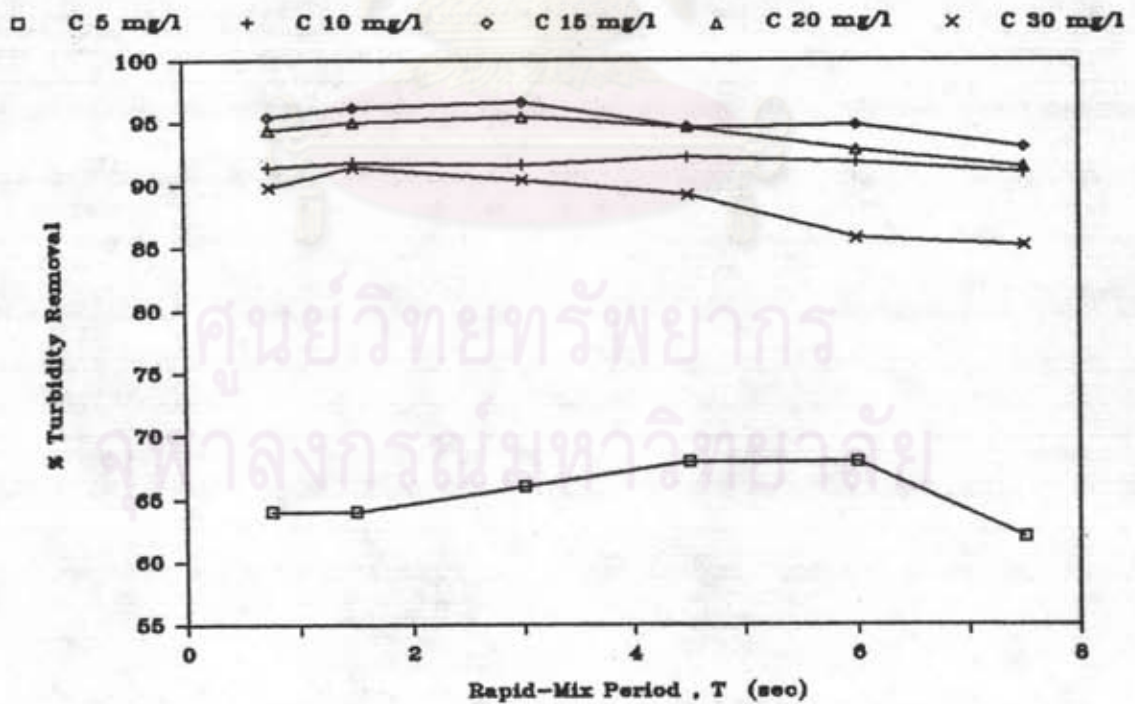
รูปที่ 5.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. G เท่ากับ 295 วินาที⁻¹



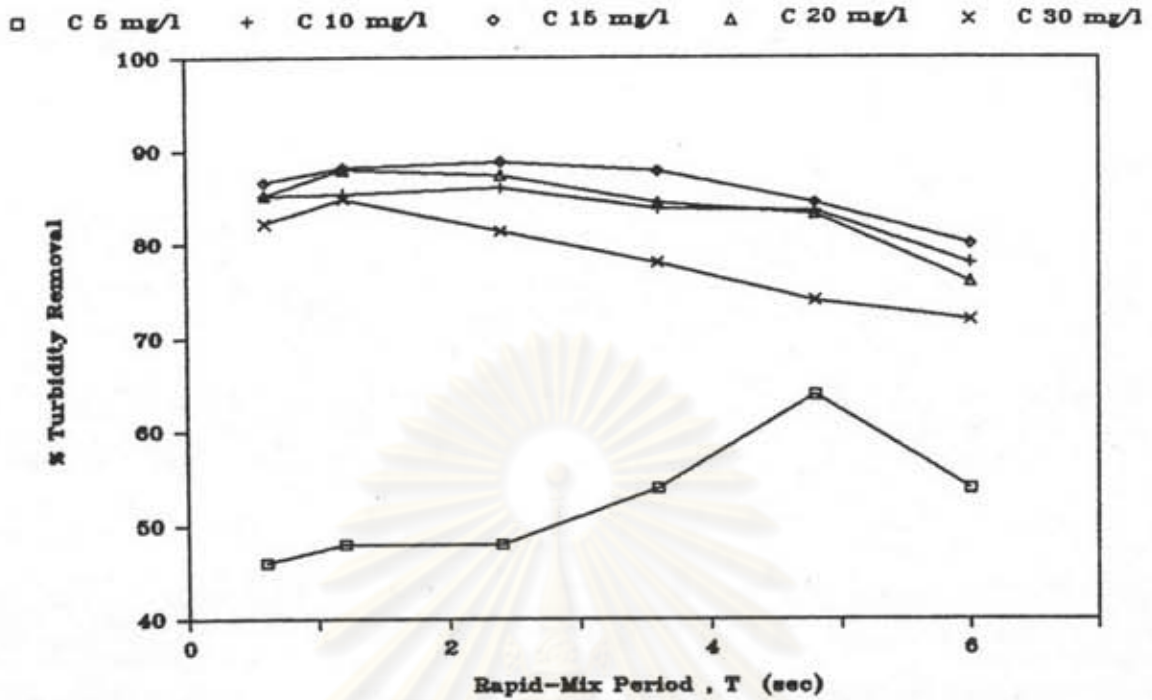
รูปที่ 5.18 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. G เท่ากับ 795 วินาที⁻¹



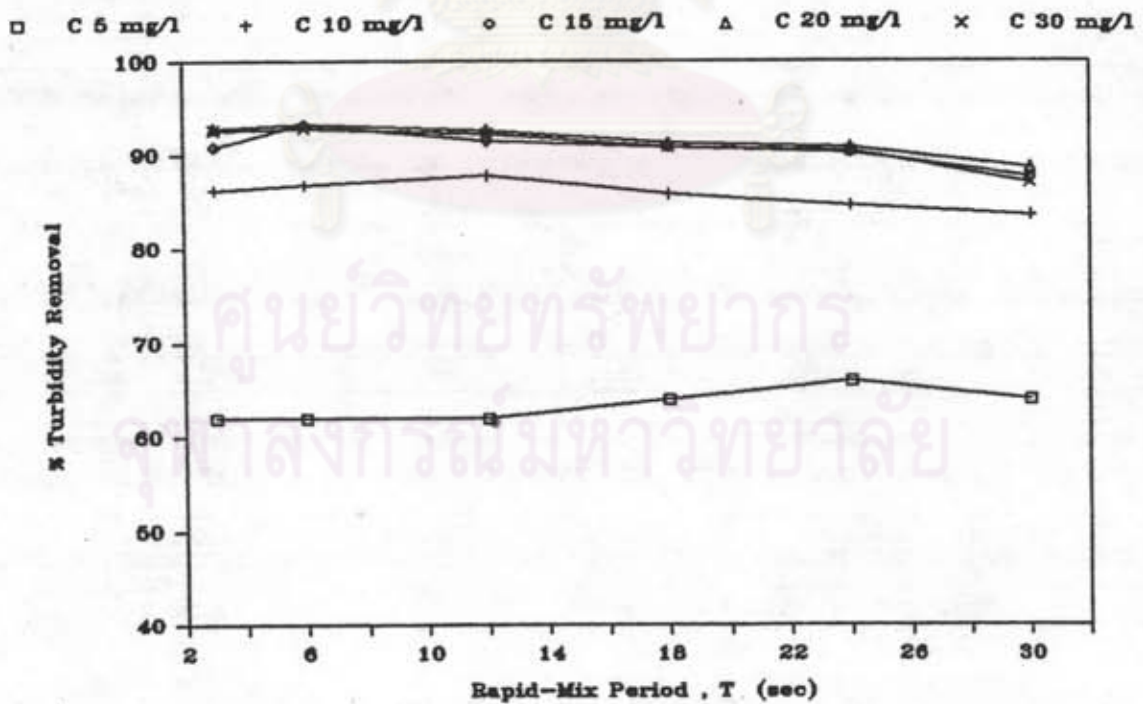
รูปที่ 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. G เท่ากับ 1420 วินาที⁻¹



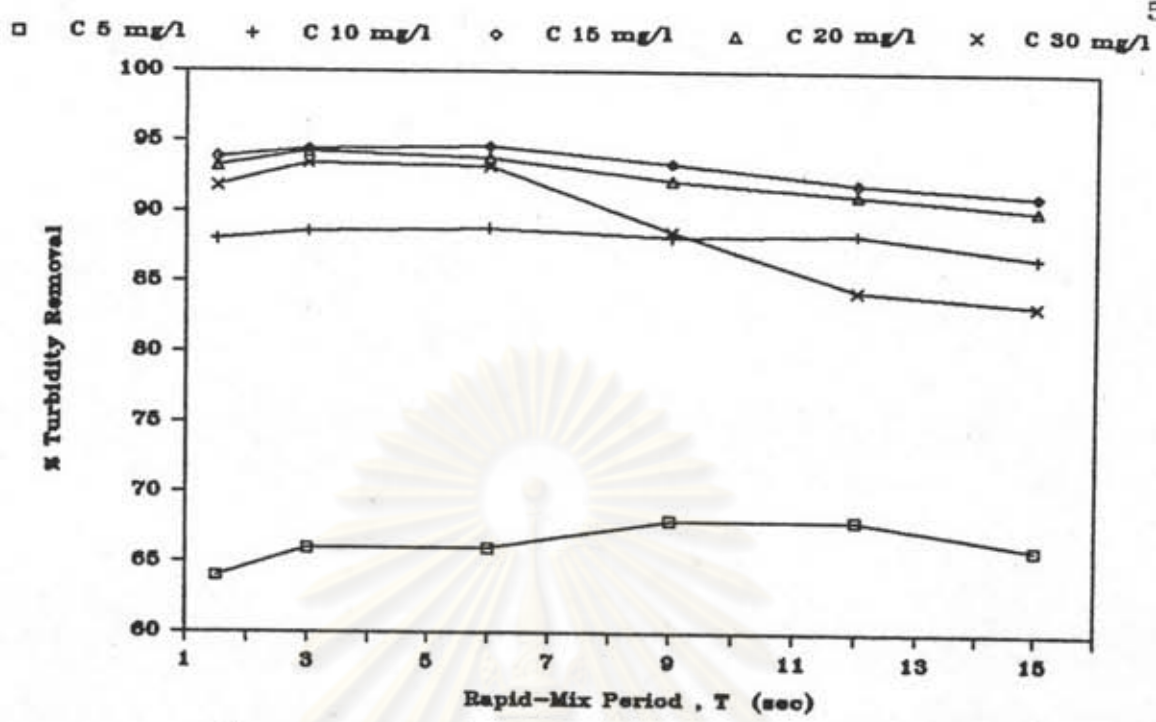
รูปที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. G เท่ากับ 2180 วินาที⁻¹



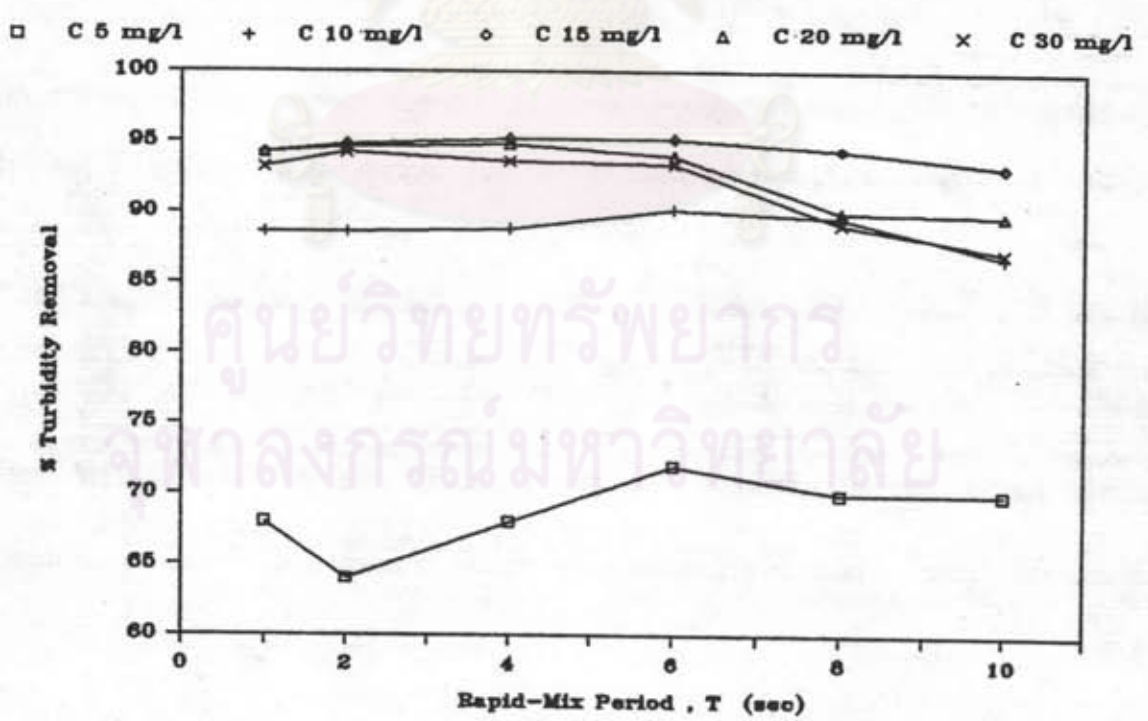
รูปที่ 5.21 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 น./ชม. G เท่ากับ 3050 วินาที⁻¹



รูปที่ 5.22 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 น./ชม. G เท่ากับ 295 วินาที⁻¹

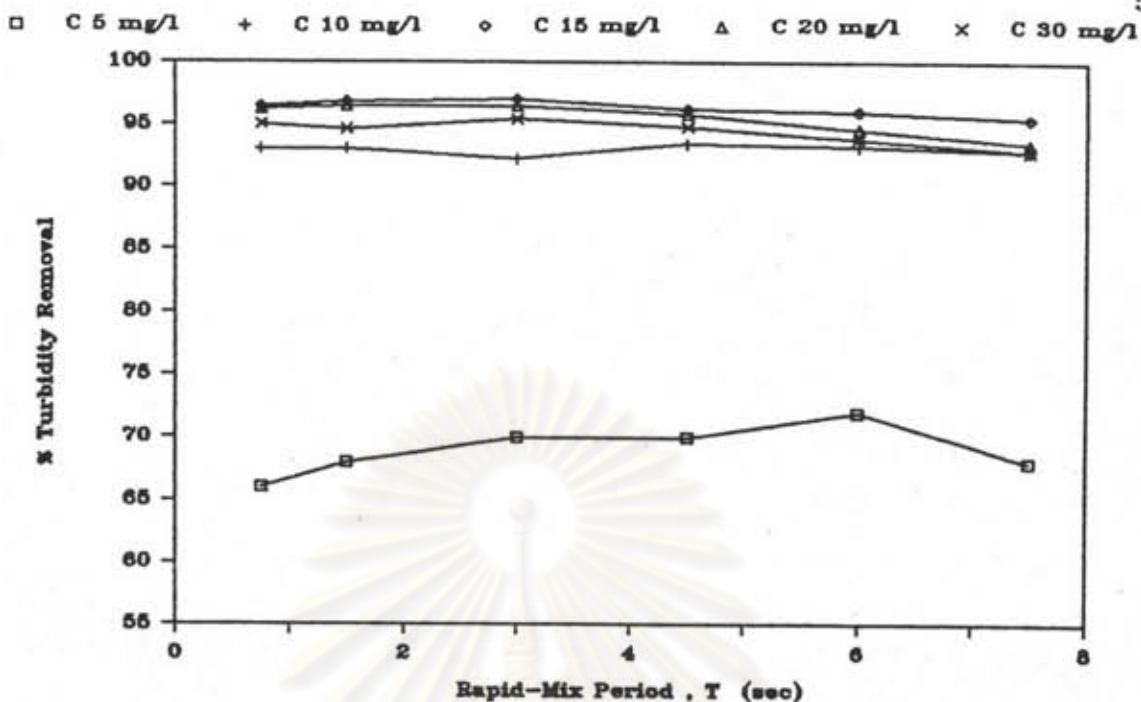


รูปที่ 5.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. G เท่ากับ 795 วินาที⁻¹

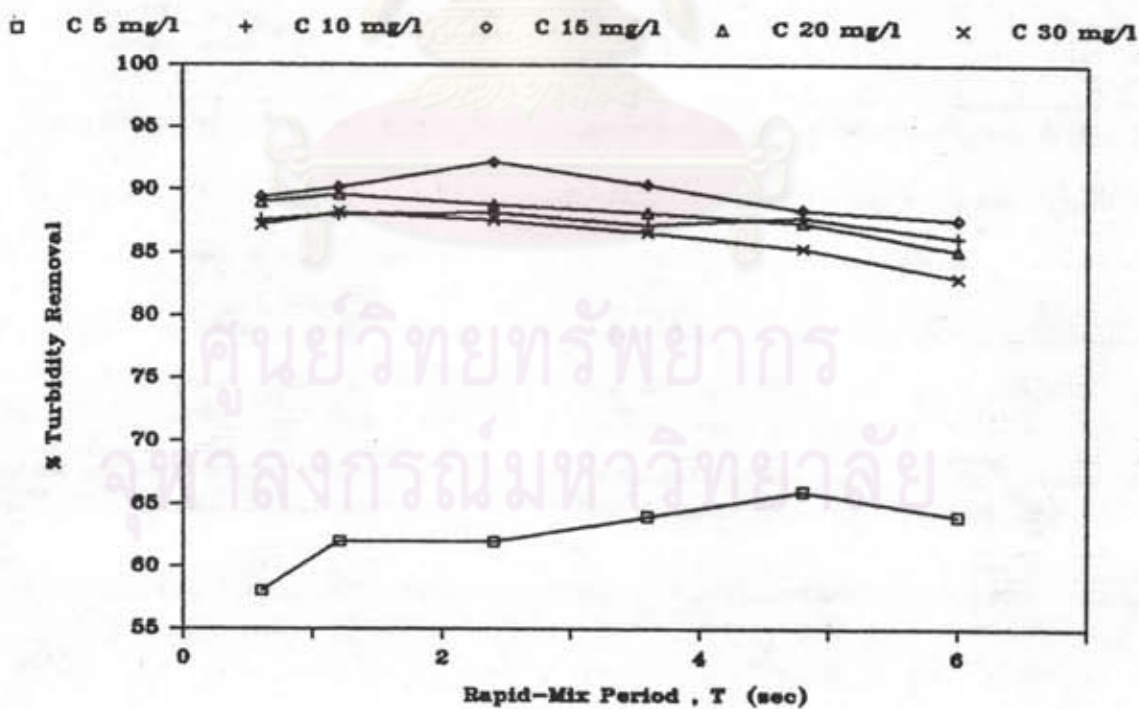


รูปที่ 5.24 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. G เท่ากับ 1420 วินาที⁻¹

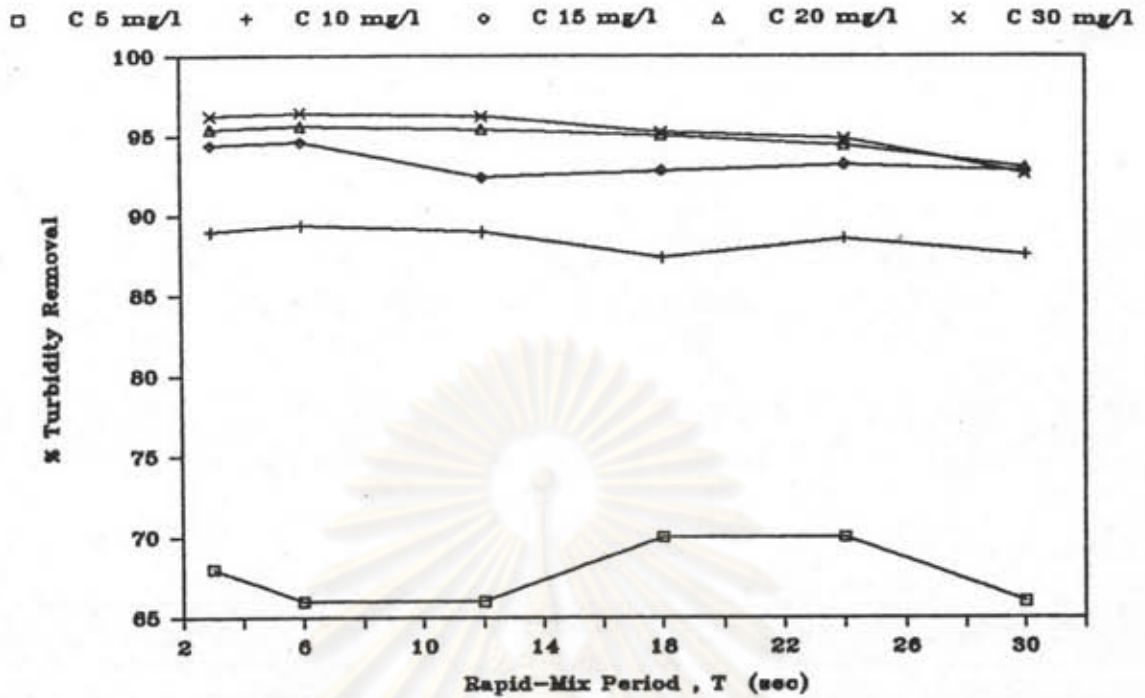




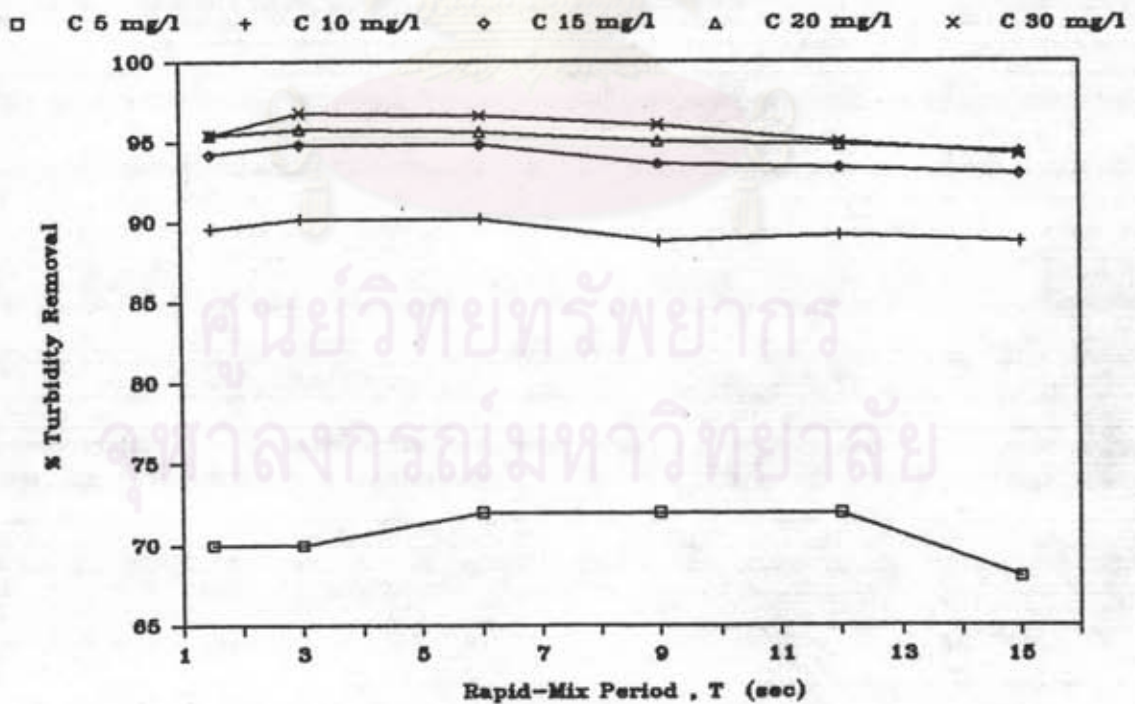
รูปที่ 5.25 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 น./ชม. G เท่ากับ 2180 วินาที⁻¹



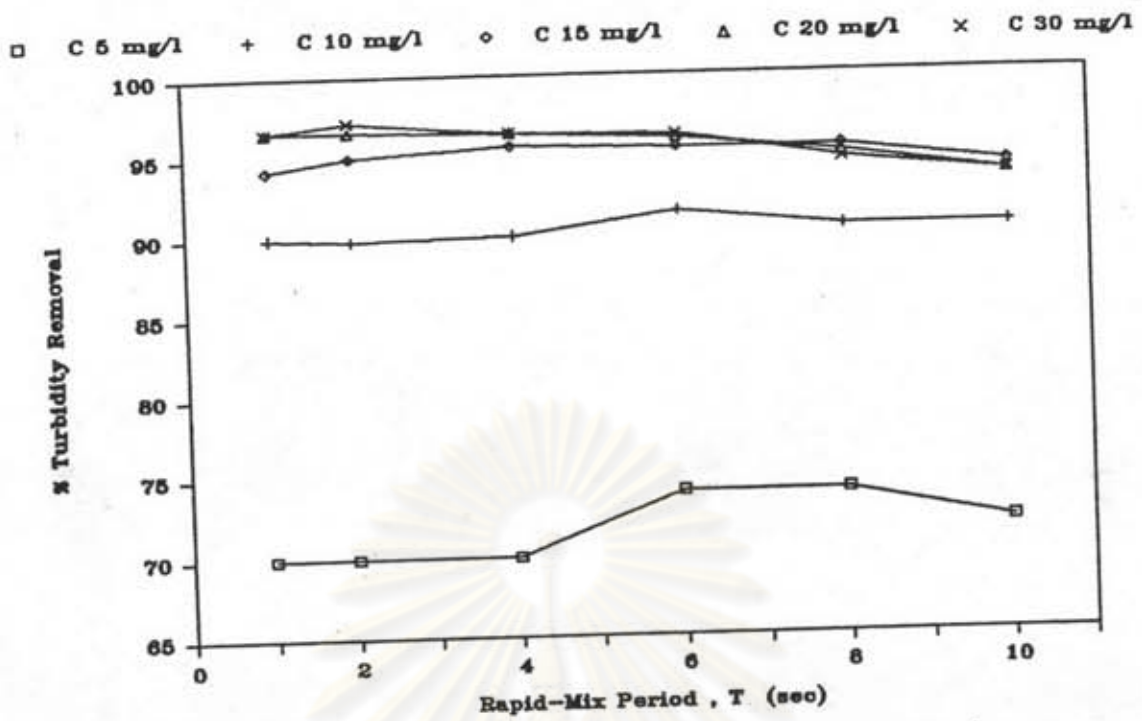
รูปที่ 5.26 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 น./ชม. G เท่ากับ 3050 วินาที⁻¹



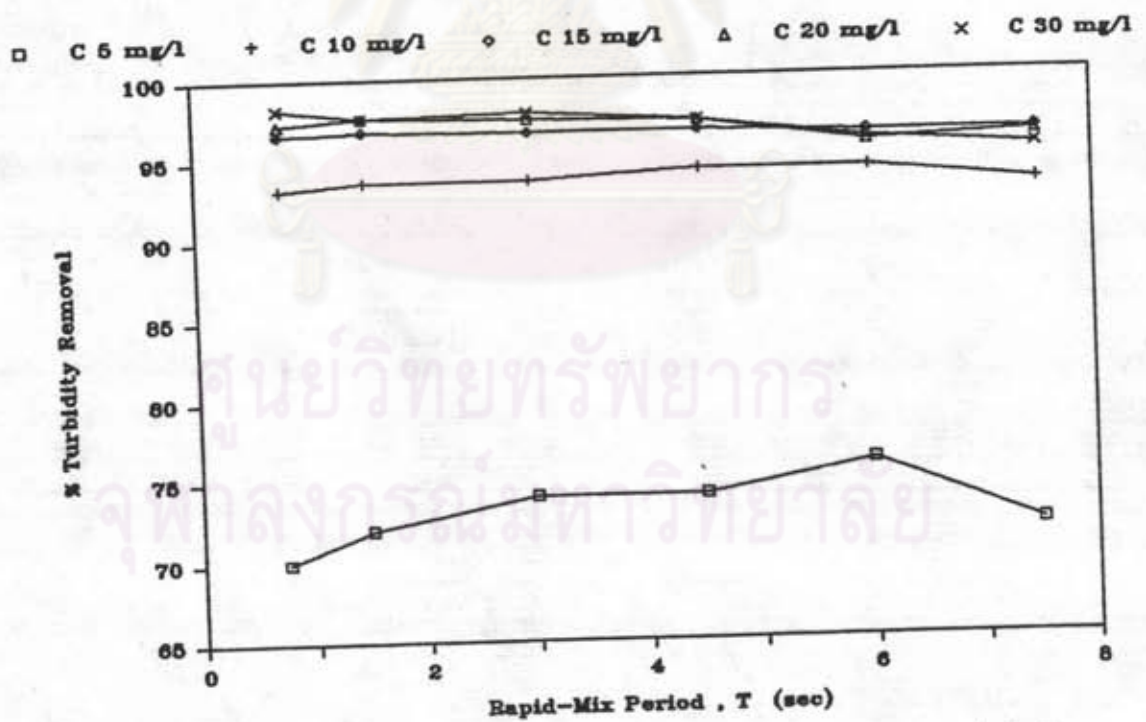
รูปที่ 5.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. G เท่ากับ 295 วินาที⁻¹



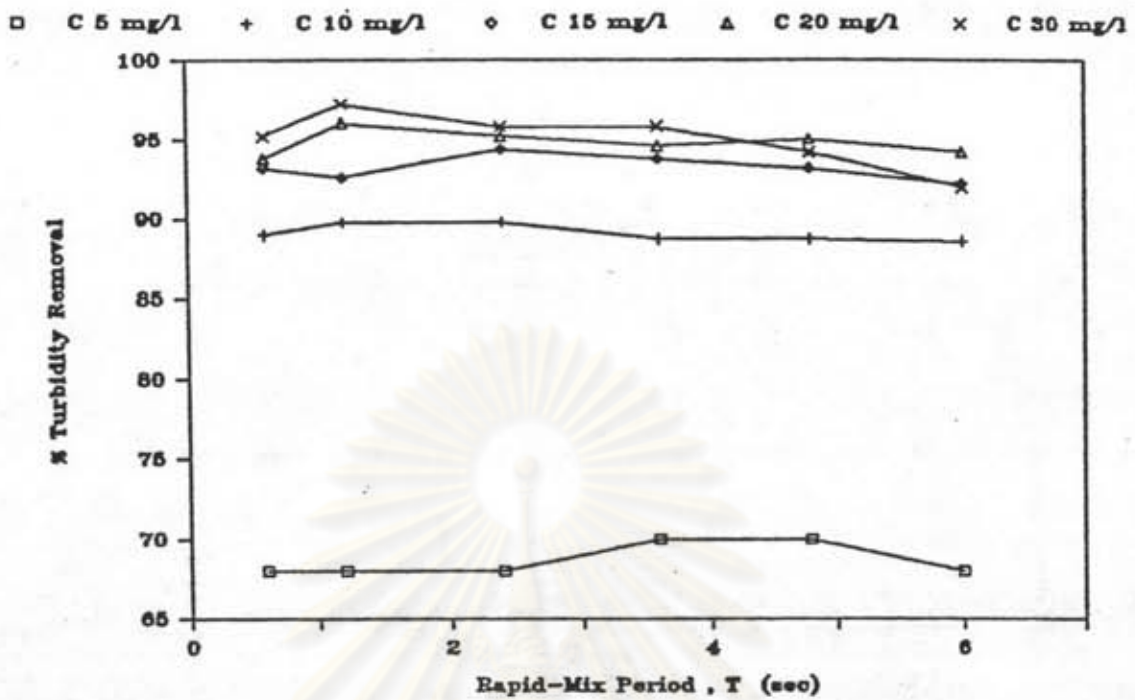
รูปที่ 5.28 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. G เท่ากับ 795 วินาที⁻¹



รูปที่ 5.29 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 น./shm. G เท่ากับ 1420 วินาที⁻¹



รูปที่ 5.30 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 น./shm. G เท่ากับ 2180 วินาที⁻¹



รูปที่ 5.31 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. G เท่ากับ 3050 วินาที⁻¹

รูปที่ 5.25 ที่ G 2180 วินาที⁻¹ SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 4.5 3 1.5 3 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 72 93.4 96.6 96.4 95.4 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.26 ที่ G 3050 วินาที⁻¹ SOR 1.0 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 4.8 2.4 2.4 1.2 1.2 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 66 88.2 92.2 89.6 88.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.27 ที่ G 295 วินาที⁻¹ SOR 0.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 18 6 6 6 6 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 70 89.4 94.6 95.6 96.4 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.28 ที่ G 795 วินาที⁻¹ SOR 0.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 3 3 3 3 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 72 90.2 94.8 95.8 96.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.29 ที่ G 1420 วินาที⁻¹ SOR 0.5 ม./ชม. T* มีค่าเท่ากับ 6 6 4 1 2 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 74 91.4 95.6

96.6 97.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.30 ที่ G 2180 วินาที⁻¹ SOR 0.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 4.5 1.5 1.5 0.75 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76 94.2 96.8 97.6 98.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.31 ที่ G 3050 วินาที⁻¹ SOR 0.5 ม./ชม. T^* มีค่าเท่ากับ 3.6 1.2 2.4 1.2 1.2 วินาที ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 70 89.8 94.4 96 97.2 % ตามลำดับ

ผลการทดลองจากรูปที่ 5.17 ถึง 5.31 และตารางที่ 5.1 ถึง 5.3 แสดงว่า T^* ของกระบวนการกวนเร็วในท่อแนวตั้งมีค่าแปรจาก 0.75 ถึง 24 วินาที เช่นเดียวกับรูปที่ 5.2 ถึง 5.16 โดยที่ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อ T เพิ่มขึ้น จนประสิทธิภาพจะสูงสุดเมื่อเวลากวนผสมเหมาะสมที่ T^* จากนั้นประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อเวลากวนผสมนานขึ้นซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (11, 26, 42) โดยในตอนแรกสารส้มที่กระจายผสมในชั้นกวนเร็ว ทำให้อนุภาคคอลลอยด์ถูกทำลายสภาวะคงตัวแล้วสัมผัสรวมตัวกัน ได้อนุภาคตะกอนเมื่อเวลากวนผสมนานขึ้นจะได้ปริมาณอนุภาคตะกอนเพิ่มขึ้น และเกิดการสัมผัสกันเนื่องจากผลของเกรเดียนต์ความเร็ว จนกระทั่งได้ปริมาณอนุภาคตะกอนมากและมีขนาดใหญ่ที่สุด หลังจากนั้นถ้า T เพิ่มขึ้นอนุภาคตะกอนก็จะแตกออกเป็นอนุภาคที่เล็กลงเนื่องจากสภาวะแรงเฉือนที่กระทำต่ออนุภาคตะกอนเป็นเวลานาน ยังผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นเมื่อผ่านการสมานตะกอนแล้วลดลง โดยที่แรงกระทำต่ออนุภาคนี้จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันตลอดเวลากวจากความปั่นป่วน หรือเกิดจากแรงเฉือนจากการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (relative motion) ของอนุภาค

ค่า C จะมีผลต่อ T^* โดยเมื่อ C เพิ่มขึ้นทำให้ T^* มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (11, 42) เนื่องจากการเพิ่ม C จะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารเชิงซ้อนชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของสารส้มในน้ำทำให้โอกาสทำลายสภาวะคงตัวของอนุภาคคอลลอยด์มากขึ้นและเร็วขึ้น จึงได้อนุภาคตะกอนรวดเร็วขึ้น ทำให้เวลาที่ได้อนุภาคตะกอนที่มีปริมาณและขนาดใหญ่สุดลดลง ยังผลสืบเนื่องต่อเวลาผสมที่เหมาะสมลดลง

5.3 ผลของ G ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น

ผลของ G ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในช่วงที่ G แปรจาก 295 ถึง 3050 วินาที⁻¹ T แปรจาก 1 ถึง 6 วินาที C แปรจาก 5 ถึง 30 มก./ล. และ SOR แปรจาก 0.5 ถึง 1.5 ม./ชม. แสดงไว้ในรูปที่ 5.32 ถึง 5.40 กำหนดให้ G^* คือค่า G ที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นสูงสุด โดยค่า G^* ที่ T และ C ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 ถึง 5.6

รูปที่ 5.32 ที่ T 1 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 64 91.6 95.7 94.6 90.3 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.33 ที่ T 3 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 66 91.6 96.6 95.4 90.4 % ตามลำดับ

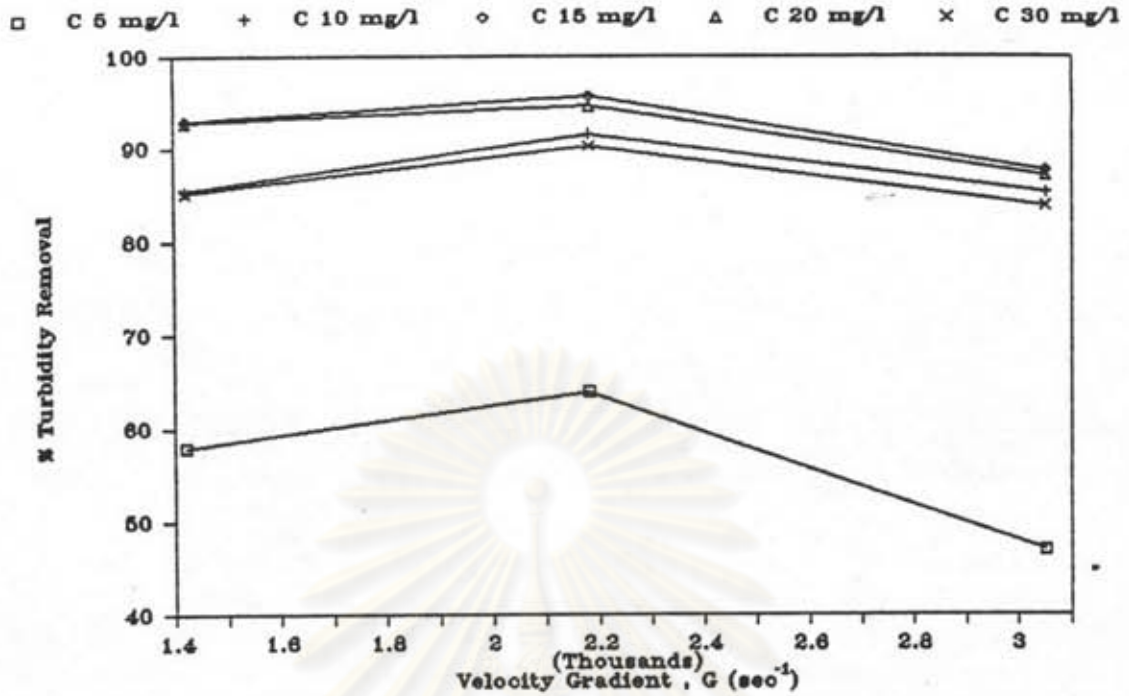
รูปที่ 5.34 ที่ T 6 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 68 91.8 94.8 92.8 85.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.35 ที่ T 1 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 67 93 96.4 96.3 94.9 % ตามลำดับ

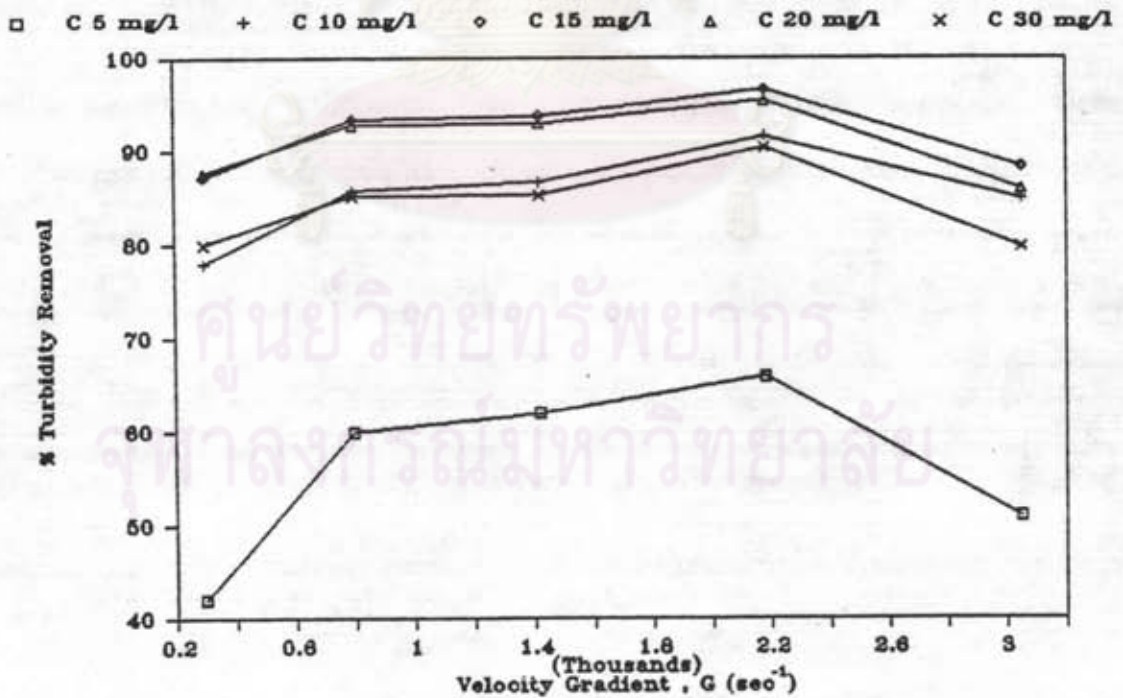
รูปที่ 5.36 ที่ T 3 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 70 92.2 96.6 96.4 95.4 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.37 ที่ T 6 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. G^* มีค่าเท่ากับ 1420 วินาที⁻¹ ที่ C 5 มก./ล. และ G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ที่ C 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 72 93.2 96 94.6 93.8 % ตามลำดับ

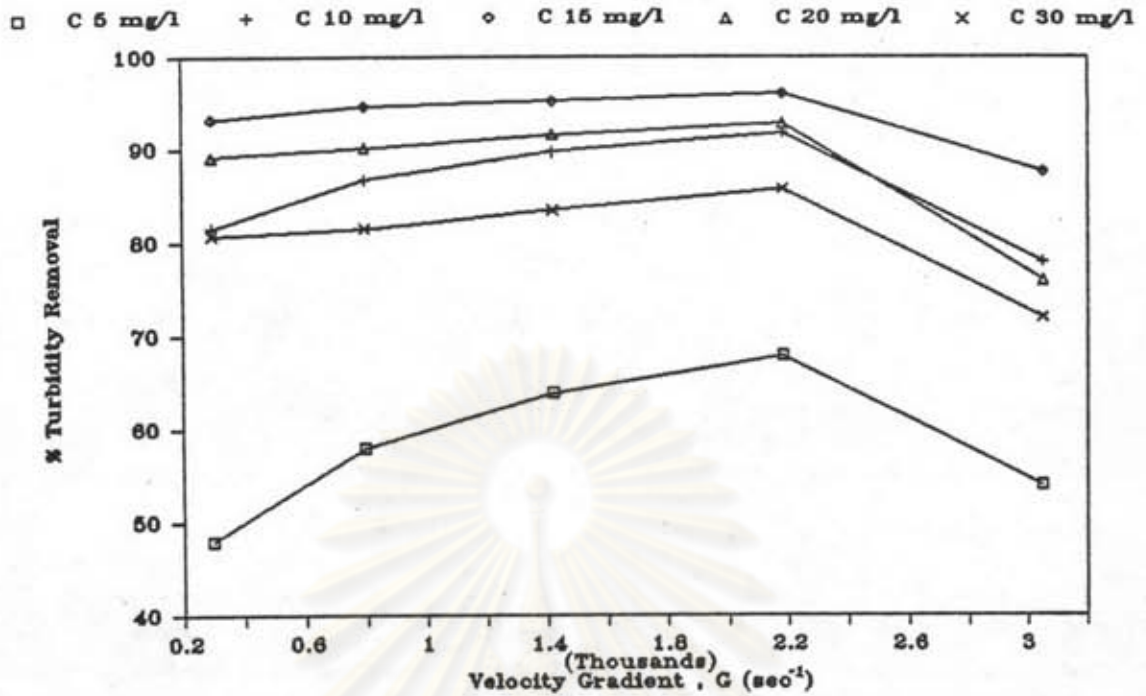
รูปที่ 5.38 ที่ T 1 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 71 93.3 96.7 97.4 98 % ตามลำดับ



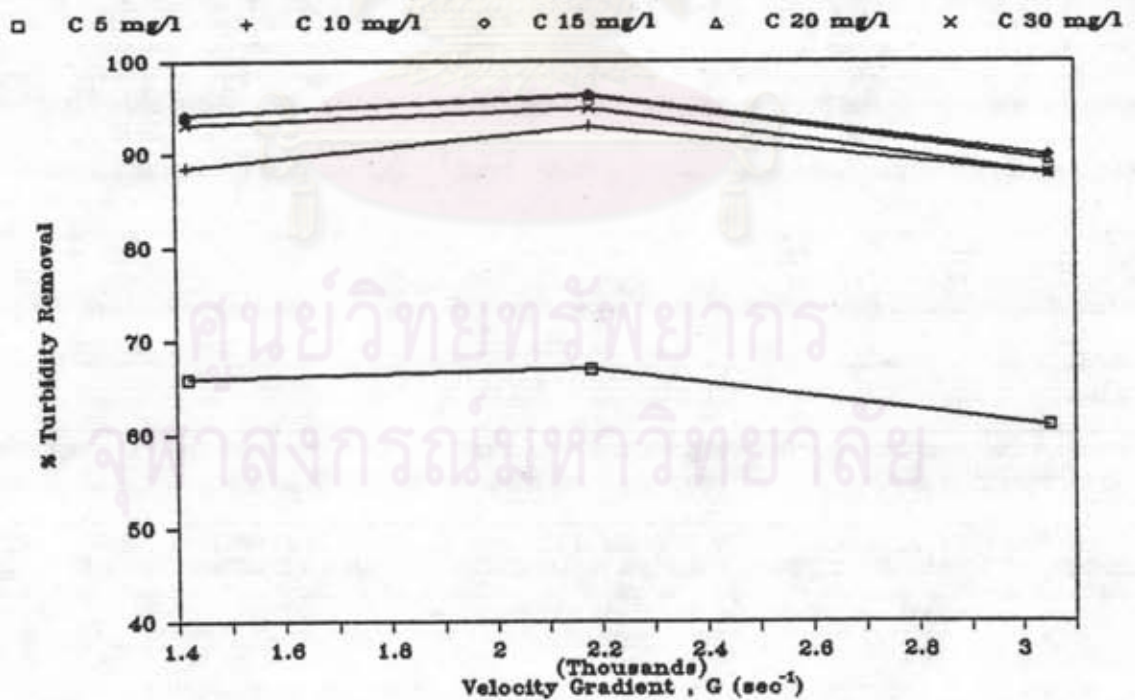
รูปที่ 5.32 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 1 วินาที



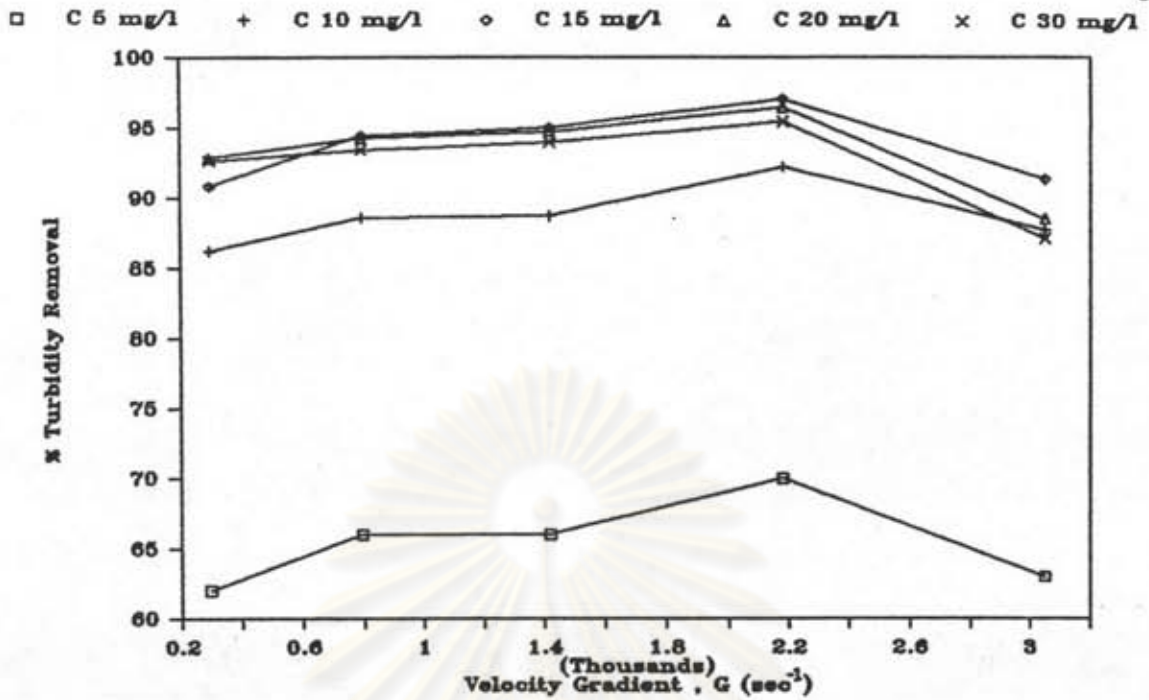
รูปที่ 5.33 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 3 วินาที



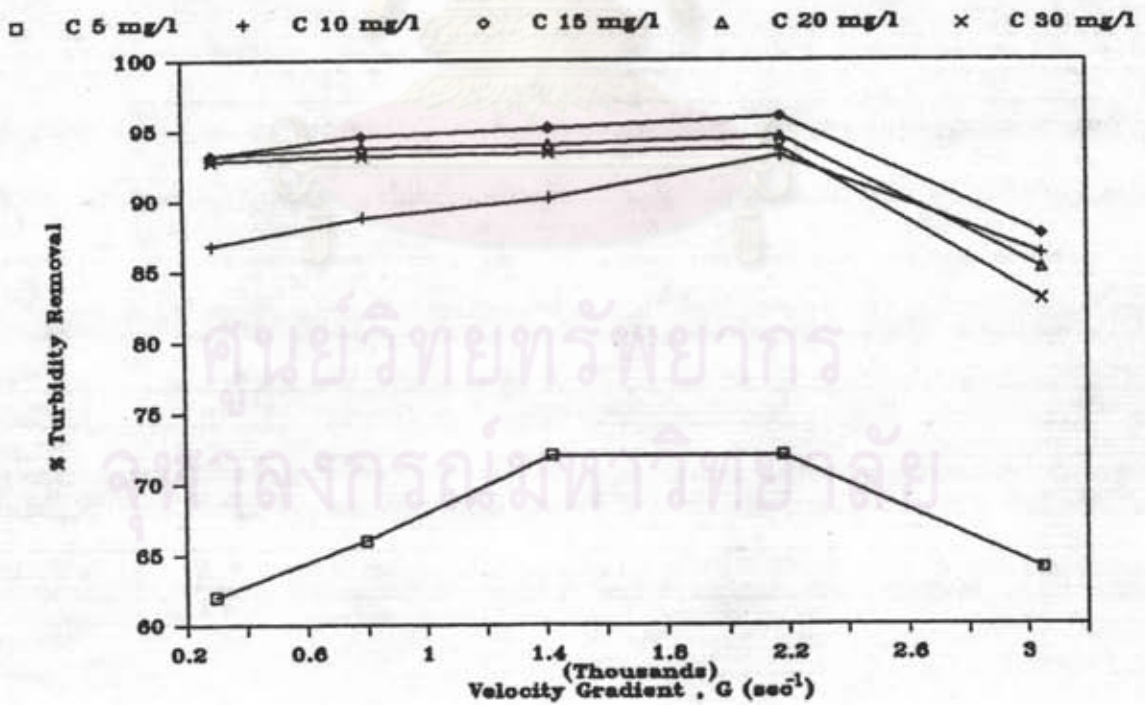
รูปที่ 5.34 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 6 วินาที



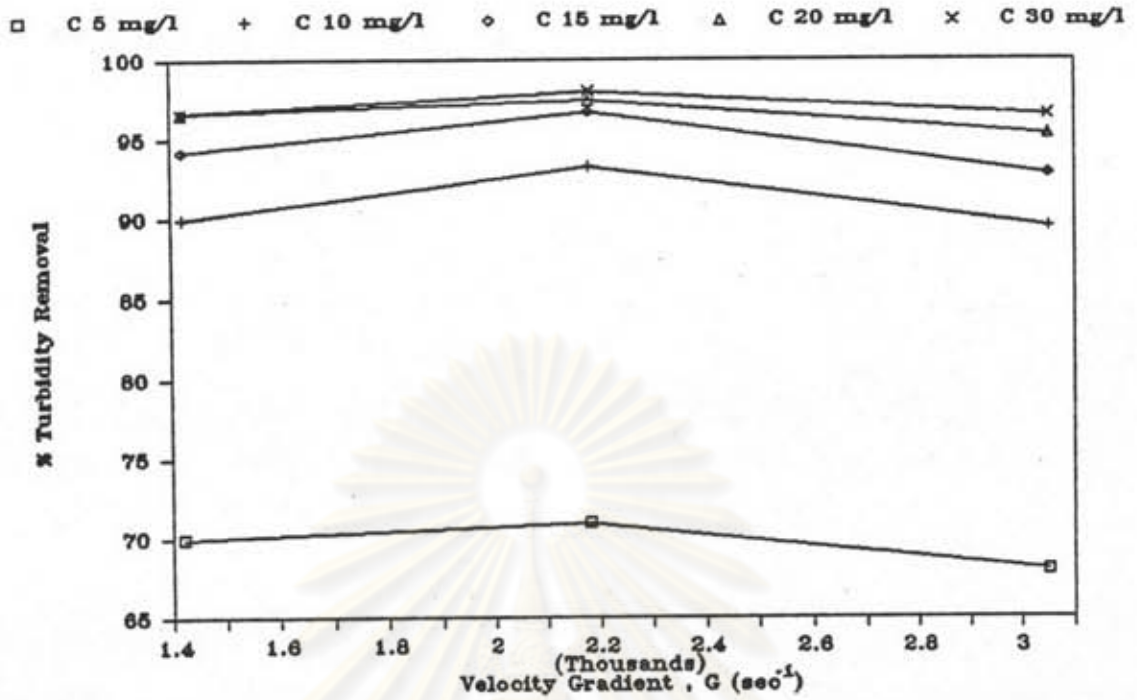
รูปที่ 5.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 1 วินาที



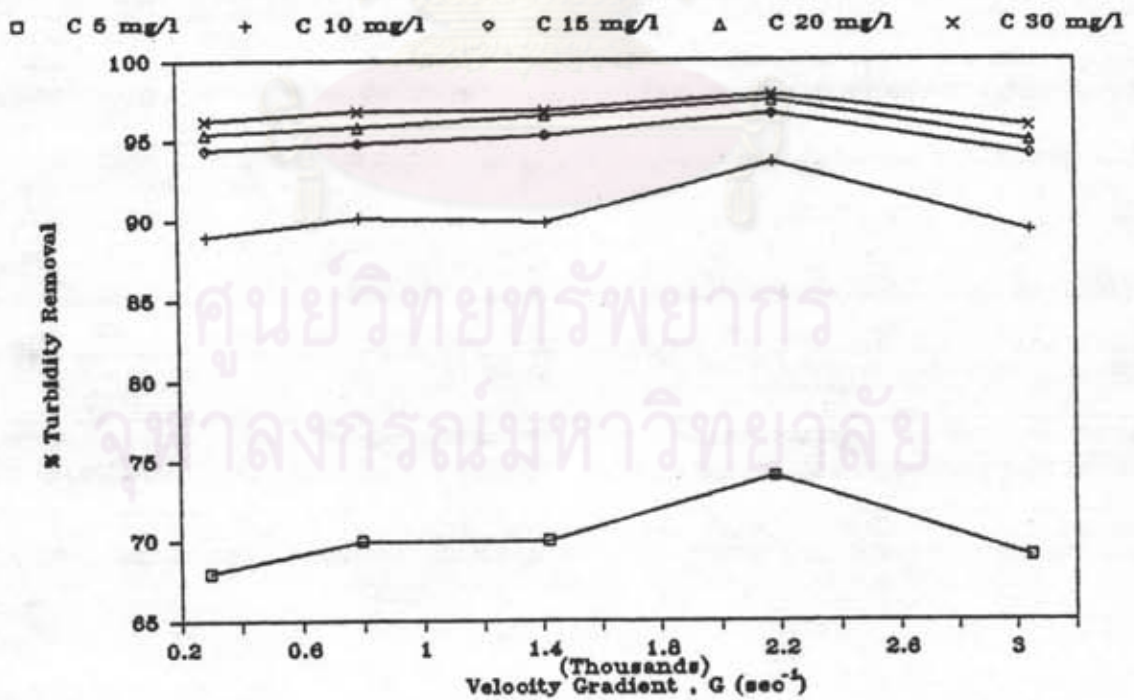
รูปที่ 5.36 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 3 วัน



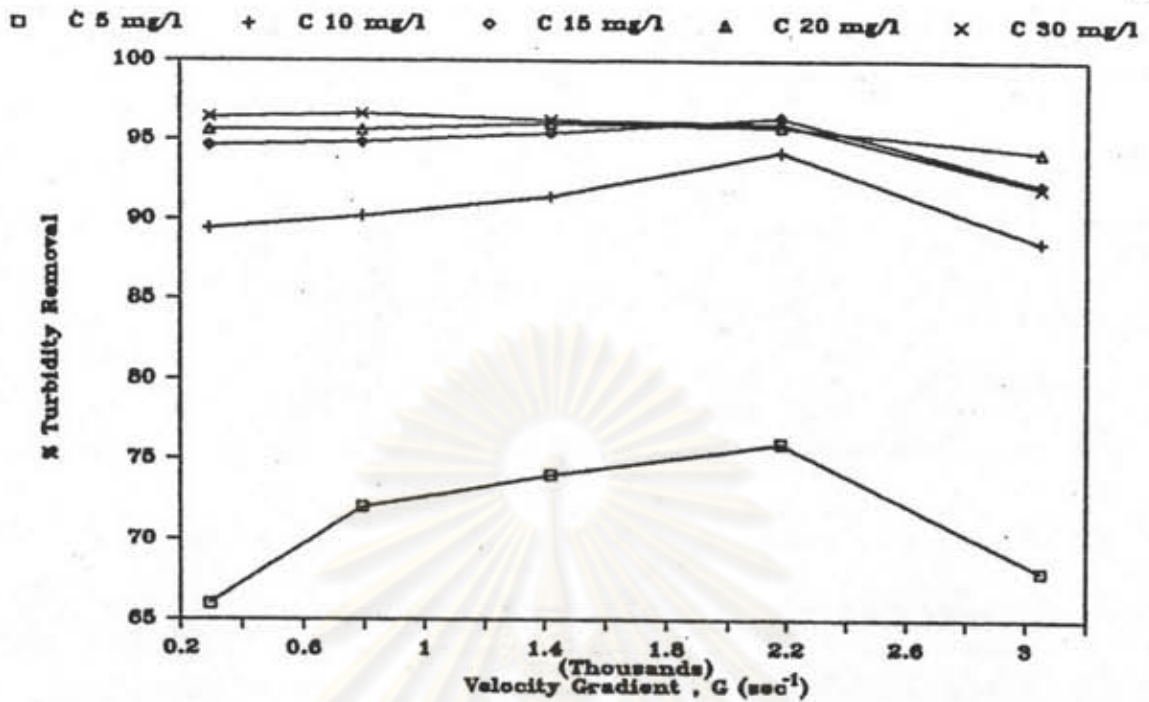
รูปที่ 5.37 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 6 วัน



รูปที่ 5.38 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 1 วินาที



รูปที่ 5.39 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 3 วินาที



รูปที่ 5.40 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 6 วินาที

ตารางที่ 5.4 แสดงค่า G^* ที่ T และ C ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 1.5 ม./ชม.

C (มก./ล.)	T (วินาที)		
	1	3	6
	G^* (วินาที ⁻¹)		
5	2180	2180	2180
10	2180	2180	2180
15	2180	2180	2180
20	2180	2180	2180
30	2180	2180	2180

ตารางที่ 5.5 แสดงค่า G^* ที่ T และ C ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 1.0 ม./ชม.

C (มก./ล.)	T (วินาที)		
	1	3	6
	G^* (วินาที ⁻¹)		
5	2180	2180	1420
10	2180	2180	2180
15	2180	2180	2180
20	2180	2180	2180
30	2180	2180	2180

ตารางที่ 5.6 แสดงค่า G^* ที่ T และ C ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 0.5 ม./ชม.

C (มก./ล.)	T (วินาที)		
	1	3	6
	G^* (วินาที ⁻¹)		
5	2180	2180	2180
10	2180	2180	2180
15	2180	2180	2180
20	2180	2180	1420
30	2180	2180	795

รูปที่ 5.39 ที่ T 3 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 74 93.6 96.6 97.4 97.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.40 ที่ T 6 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. G^* มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ที่ C 5 10 15 มก./ล. G^* มีค่าเท่ากับ 1420 วินาที⁻¹ ที่ C 20 มก./ล. และ G^* มีค่าเท่ากับ 795 วินาที⁻¹ ที่ C 30 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76 94.2 96.4 96 96.6 % ตามลำดับ

ผลการทดลองจากรูปที่ 5.32 ถึง 5.40 และตารางที่ 5.4 ถึง 5.6 แสดงว่า G^* ของกระบวนการกวนเร็วในท่อแนวดิ่งมีค่าแปรจาก 795 ถึง 2180 วินาที⁻¹ แต่อาจนิยามได้ว่าค่า G^* มีแนวโน้มเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ซึ่งประเมินได้ว่า T และ C ไม่มีผลต่อ G^* โดยที่ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกรเดียนต์ความเร็วเพิ่ม จนได้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเกรเดียนต์ความเร็วเหมาะสมที่ G^* จากนั้นประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อเกรเดียนต์ความเร็วเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (25, 29, 42) การเพิ่มค่า G จะเป็นการสร้างความปั่นป่วนในน้ำเพิ่มขึ้น การแพร่กระจายสารสัมพัทธ์ถึงจิงรวดเร็วขึ้น ทำให้คอลลอยด์มีโอกาสถูกทำลายสภาวะคงตัวทั่วถึงมากขึ้น และยังเพิ่มโอกาสสัมผัสหรือจำนวนสัมผัสจากการชนกันระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ที่ถูกทำลายสภาวะคงตัวตลอดจนอนุภาคตะกอนที่ได้ จนได้อนุภาคตะกอนที่มีขนาดใหญ่และปริมาณมากที่สุดที่ G^* ถ้าค่า G มากกว่านี้ จะทำให้อัตราการแตกตัวของอนุภาคตะกอนเพิ่มเนื่องจากอิทธิพลของแรงเฉือนที่กระทำต่ออนุภาคตะกอนมากขึ้น ได้อนุภาคตะกอนขนาดเล็กลง จึงมีผลสืบเนื่องต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ผ่านการสมานตะกอนแล้วลดลง

การเพิ่มค่า G ที่ C มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 15 มก./ล. จะแสดงอัตราการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นน้อยเมื่อเทียบกับที่ C มีค่าน้อยกว่า 15 มก./ล. ทั้งนี้เนื่องจากที่ C น้อย จะได้ความเข้มข้นของสารเชิงซ้อนชนิดต่าง ๆ จากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของสารสัมในน้ำน้อยดังนั้นการเพิ่ม G จะเป็นการเพิ่มอัตราการแพร่กระจายของสารสัมให้สัมผัสและทำลายสภาวะคงตัวของอนุภาคคอลลอยด์มากขึ้น G จึงแสดงอิทธิพลต่ออัตราการเพิ่มประสิทธิภาพได้เด่นชัดขึ้น



5.4 ผลของ C ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น

ผลของ C ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในช่วงที่ C แปรจาก 5 ถึง 30 มก./ล. G แปรจาก 295 ถึง 3050 วินาที⁻¹ T แปรจาก 1 ถึง 12 วินาที และ SOR แปรจาก 0.5 ถึง 1.5 ม./ชม. แสดงไว้ในรูปที่ 5.41 ถึง 5.52 กำหนดให้ C* คือค่า C ที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นสูงสุด โดยค่า C* ที่ G และ T ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5.7 ถึง 5.9

รูปที่ 5.41 ที่ T 1 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า G 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ทุกค่า G โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93 95.7 87.7 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.42 ที่ T 3 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. C* มีค่าเท่ากับ 20 มก./ล. ที่ G 295 วินาที⁻¹ และ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ที่ G 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.6 93.4 93.8 96.6 88.3 % ตามลำดับ

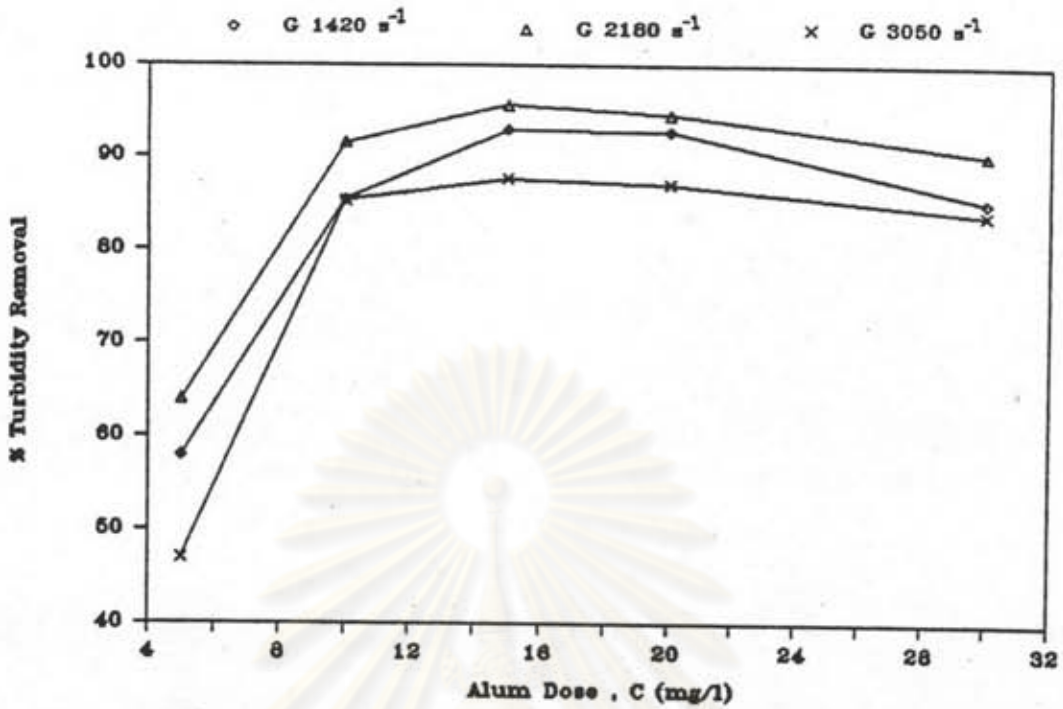
รูปที่ 5.43 ที่ T 6 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. C* มีค่าเท่ากับ 20 มก./ล. ที่ G 295 วินาที⁻¹ และ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ที่ G 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.2 93.6 93.8 94.8 80 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.44 ที่ T 12 วินาที SOR 1.5 ม./ชม. C* มีค่าเท่ากับ 20 15 มก./ล. ที่ G 295 795 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88 89.6 % ตามลำดับ

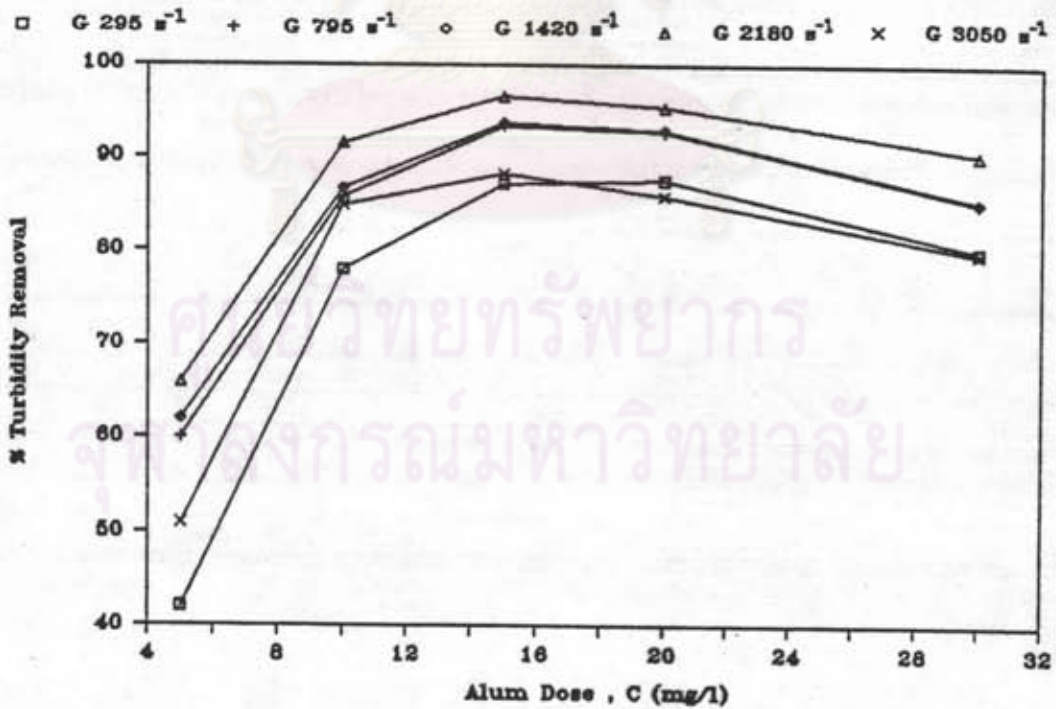
รูปที่ 5.45 ที่ T 1 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า G 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ทุกค่า G โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.2 96.4 89.9 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.46 ที่ T 3 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. C* มีค่าเท่ากับ 20 มก./ล. ที่ G 295 วินาที⁻¹ และ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ที่ G 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.8 94.4 95 96.6 91.3 % ตามลำดับ

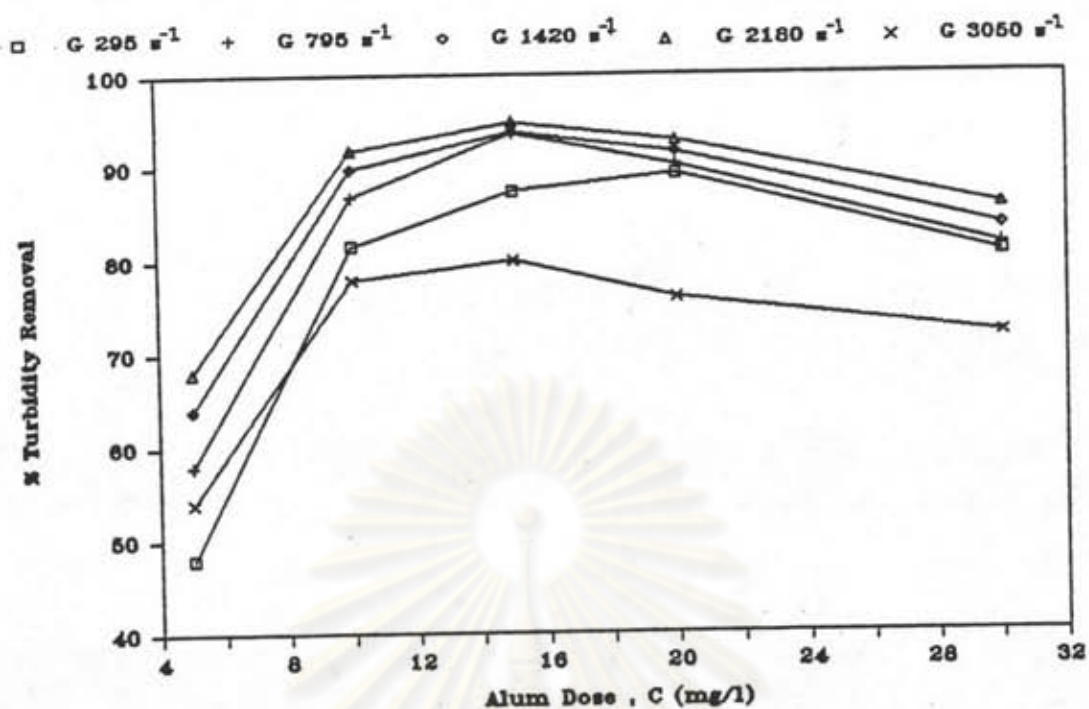
รูปที่ 5.47 ที่ T 6 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ทุกค่า G โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.2 94.6 95.2 96 87.6 % ตามลำดับ



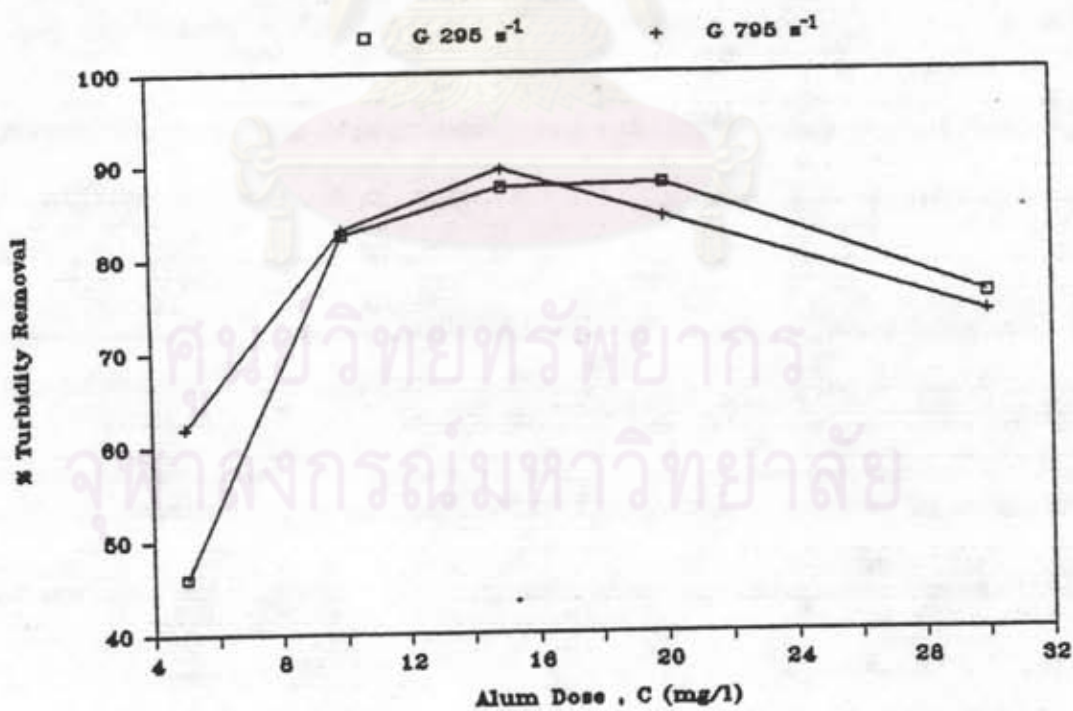
รูปที่ 5.41 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 1 วินาที



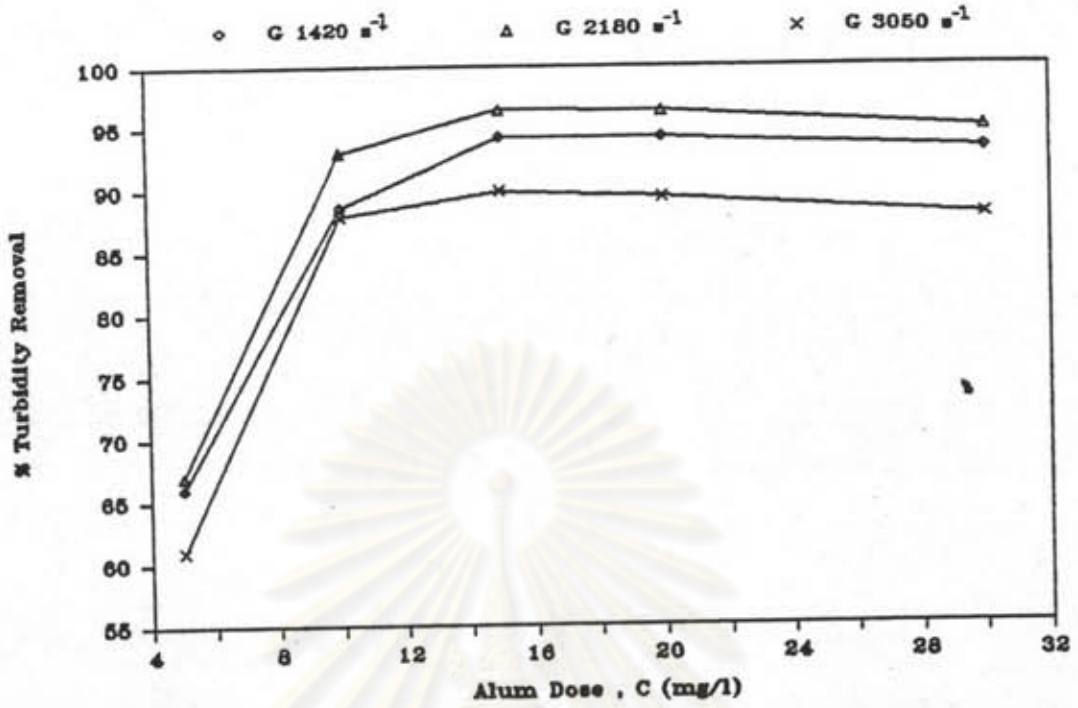
รูปที่ 5.42 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 3 วินาที



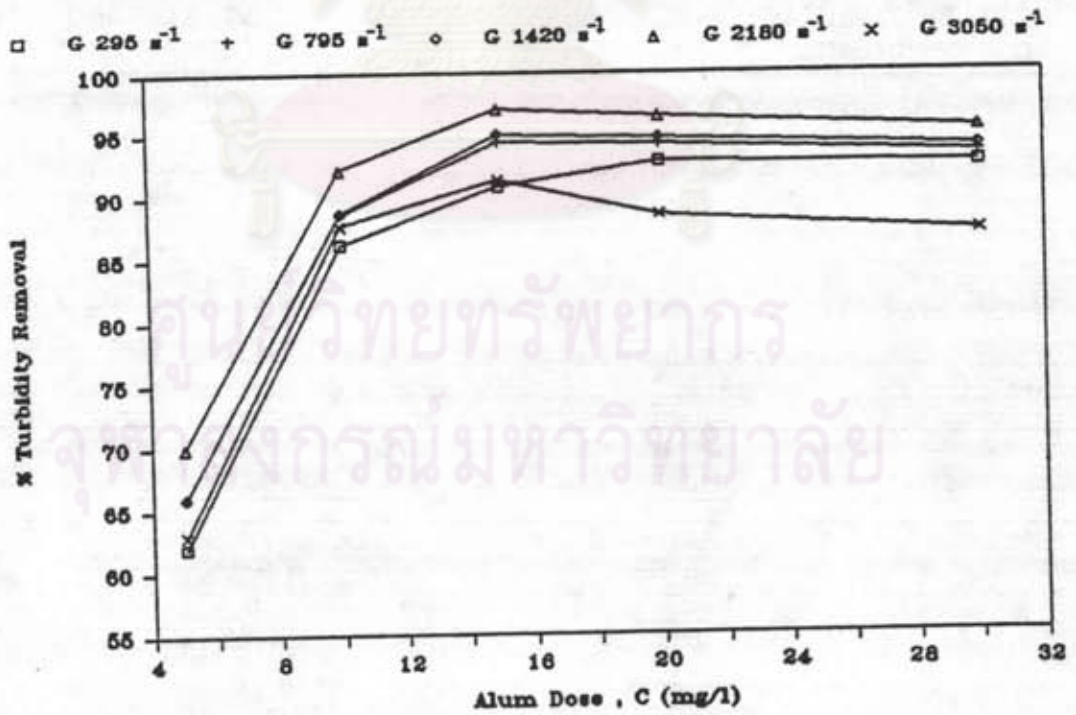
รูปที่ 5.43 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 6 วินาที



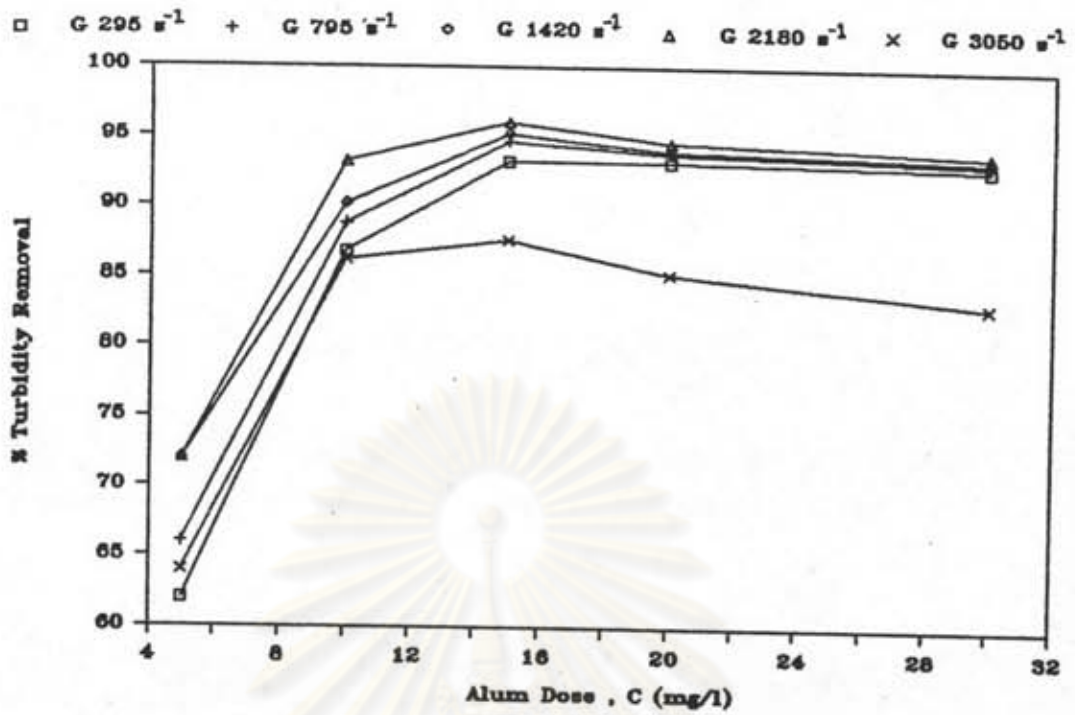
รูปที่ 5.44 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 ม./ชม. T เท่ากับ 12 วินาที



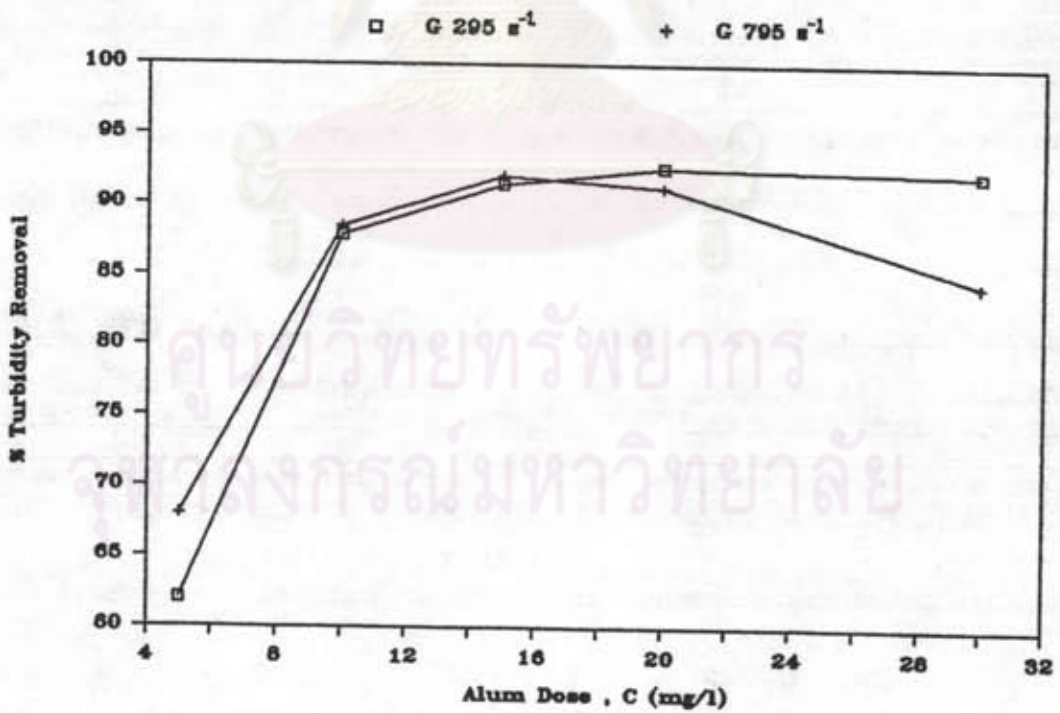
รูปที่ 5.45 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 1 วินาที



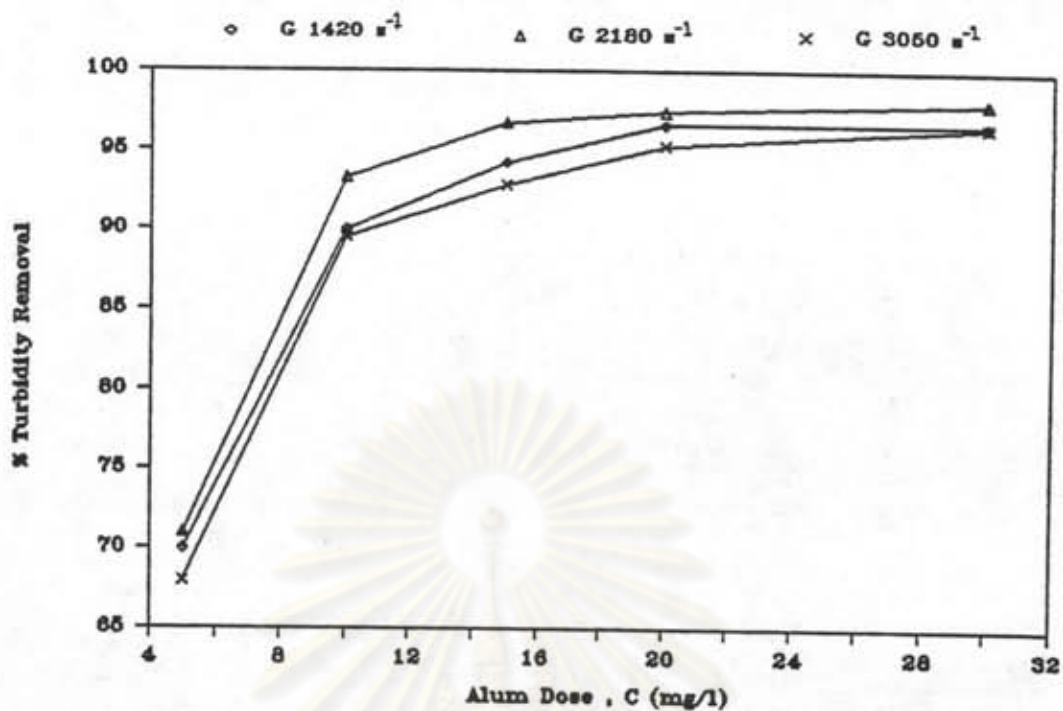
รูปที่ 5.46 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 3 วินาที



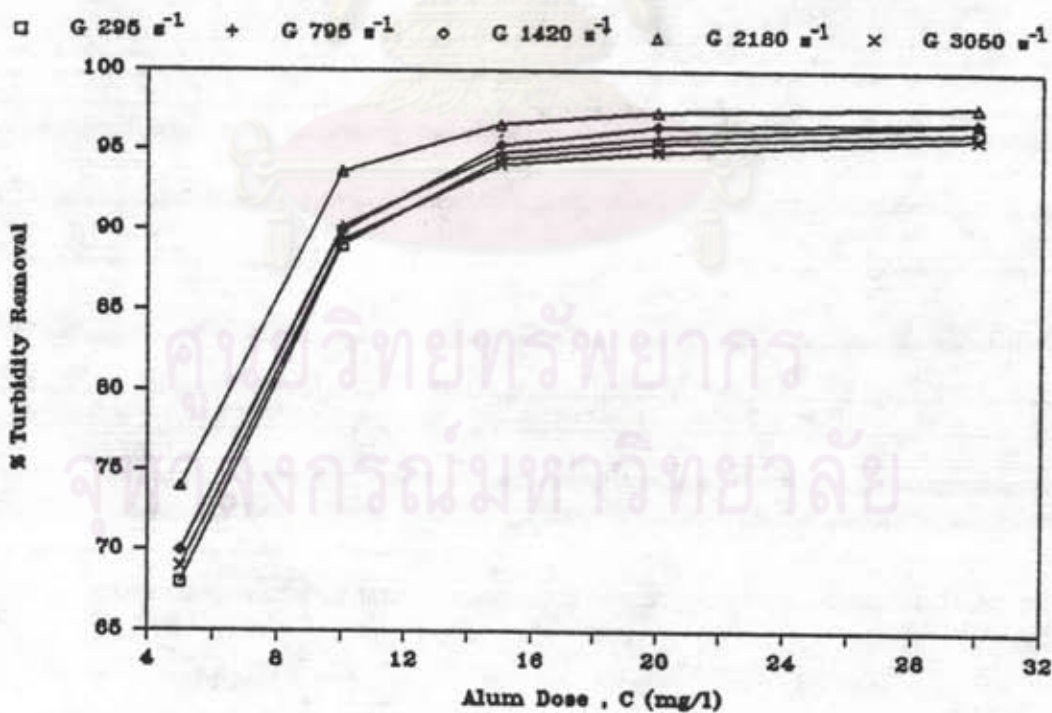
รูปที่ 5.47 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 6 วินาที



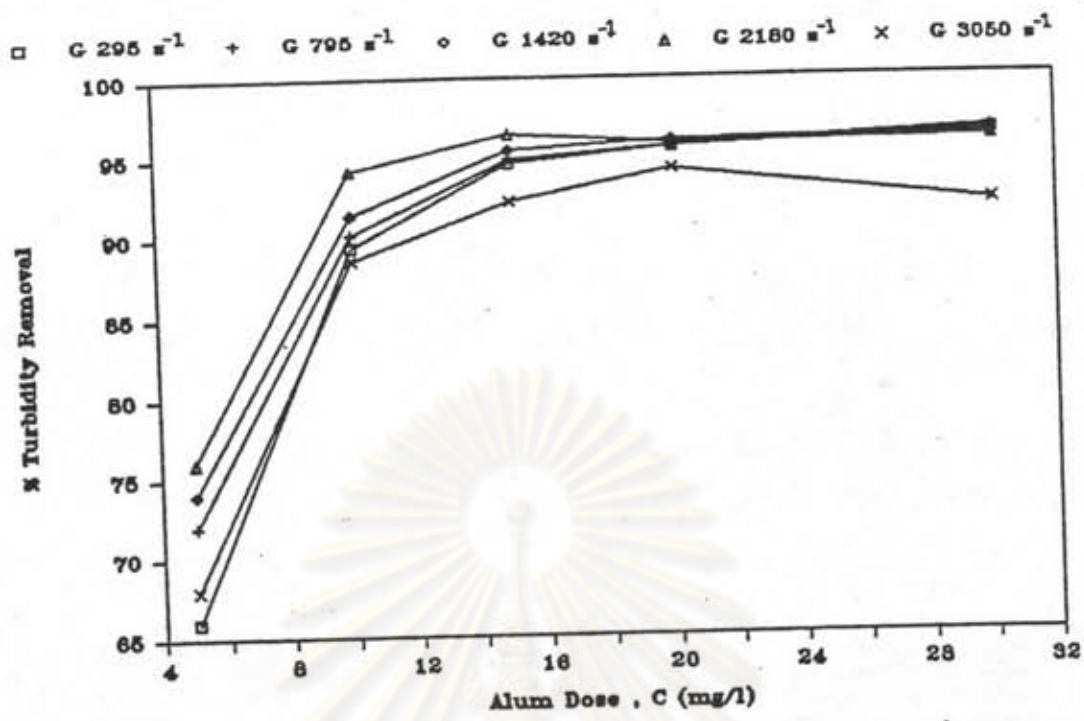
รูปที่ 5.48 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่แต่ละค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 1.0 ม./ชม. T เท่ากับ 12 วินาที



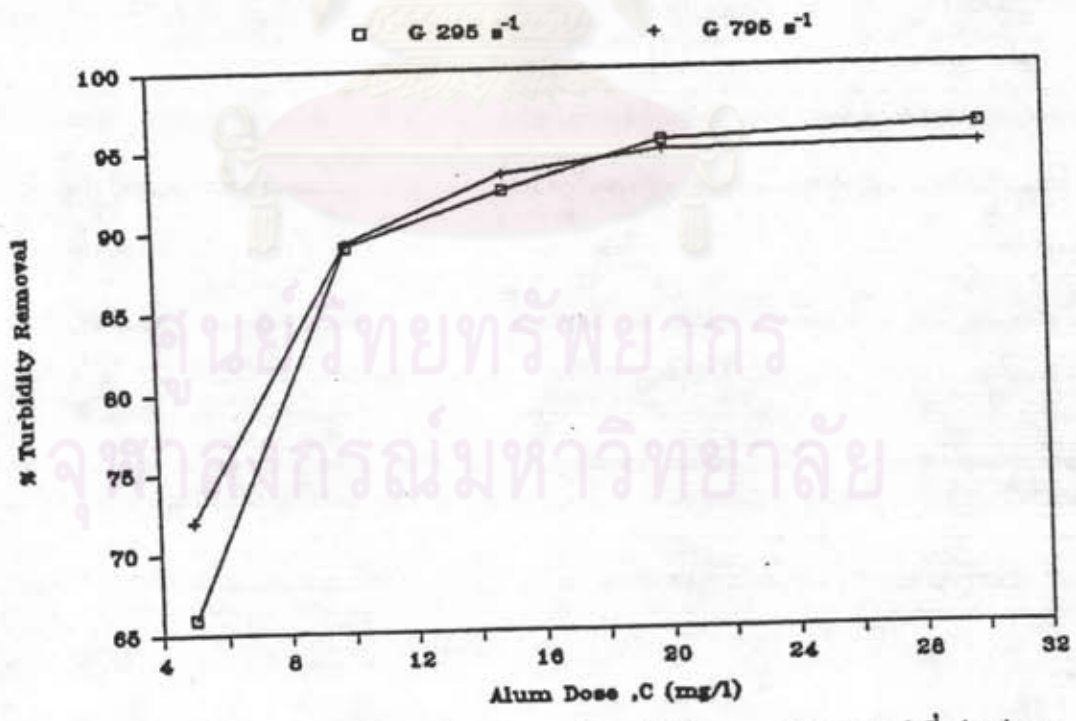
รูปที่ 5.49 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 1 วินาที



รูปที่ 5.50 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 3 วินาที



รูปที่ 5.51 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 6 วินาที



รูปที่ 5.52 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า G เมื่อ SOR เท่ากับ 0.5 ม./ชม. T เท่ากับ 12 วินาที

ตารางที่ 5.7 แสดงค่า C^* ที่ G และ T ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 1.5 ม./ชม.

G (วินาที ⁻¹)	T (วินาที)			
	1	3	6	12
	C^* (มก./ล.)			
295	-	20	20	20
795	-	15	15	15
1420	15	15	15	-
2180	15	15	15	-
3050	15	15	15	-

ตารางที่ 5.8 แสดงค่า C^* ที่ G และ T ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 1.0 ม./ชม.

G (วินาที ⁻¹)	T (วินาที)			
	1	3	6	12
	C^* (มก./ล.)			
295	-	20	15	20
795	-	15	15	15
1420	15	15	15	-
2180	15	15	15	-
3050	15	15	15	-



ตารางที่ 5.9 แสดงค่า C^* ที่ G และ T ต่าง ๆ เมื่อ SOR มีค่าเท่ากับ 0.5 ม./ชม.

G (วินาที ⁻¹)	T (วินาที)			
	1	3	6	12
295	-	30	30	30
795	-	30	30	30
1420	30	30	30	-
2180	30	30	15	-
3050	30	30	20	-

รูปที่ 5.48 ที่ T 12 วินาที SOR 1.0 ม./ชม. C^* มีค่าเท่ากับ 20 15 มก./ล. ที่ G 295 795 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.6 92 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.49 ที่ T 1 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า G 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ และ C^* มีค่าเท่ากับ 30 มก./ล. ทุกค่า G โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.8 98 96.5 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.50 ที่ T 3 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ C^* มีค่าเท่ากับ 30 มก./ล. ทุกค่า G โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.2 96.8 96.8 97.8 95.8 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.51 ที่ T 6 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. C^* มีค่าเท่ากับ 30 มก./ล. ที่ G 295 795 1420 2180 วินาที⁻¹ และ C^* มีค่าเท่ากับ 20 มก./ล. ที่ G 3050 วินาที⁻¹ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.4 96.6 96.2 96 94.2 % ตามลำดับ

รูปที่ 5.52 ที่ T 12 วินาที SOR 0.5 ม./ชม. เมื่อใช้ค่า G 295 795 วินาที⁻¹ C^* มีค่าเท่ากับ 30 มก./ล. ทุกค่า G โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 96.2 95 % ตามลำดับ

ผลการทดลองจากรูปที่ 5.41 ถึง 5.52 และตารางที่ 5.7 ถึง 5.9 แสดงว่า C^* มีค่าแปรจาก 15 ถึง 30 มก./ล. โดยพิจารณาได้ว่าที่ SOR 1.5 และ 1.0 ม./ชม. C^* มีค่า

เท่ากับ 20 มก./ล. ที่ G 295 วินาที⁻¹ C* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ที่ G 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ และที่ SOR 0.5 ม./ชม. ค่า C* มีแนวโน้มเท่ากับ 30 มก./ล. ทุกค่า G

จากผลการทดลองดังกล่าวที่ SOR 1.5 และ 1.0 ม./ชม. และพิจารณาจากรูปที่ 3.8 จะเห็นว่าเมื่อใช้ C 15 และ 20 มก./ล. การสร้างความปั่นป่วนให้อัตราการแพร่กระจายสารสัมผัสถึงได้รวดเร็วเพียงพอแล้ว โอกาสเกิดกลไกแบบผสมระหว่างกลไกแบบดูดติดและสะเทินทางไฟฟ้ากับกลไกแบบกวาดมีมาก ได้ตะกอนจากชั้นสมานตะกอนที่มีความหนาแน่นสูง ทำให้ความเร็วของการตกตะกอนสูง ดังนั้นประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นจึงสูงกว่าเมื่อใช้ค่า C 30 มก./ล. ซึ่งที่ค่า C 30 มก./ล. โอกาสเกิดกลไกแบบกวาดจะเพิ่มขึ้น ได้ตะกอนที่มีความหนาแน่นต่ำ และเมื่อพิจารณาจากหัวข้อที่ 4.3 แสดงว่าที่ C 30 มก./ล. จะได้ตะกอนที่มีความหนาแน่นน้อยสุดที่ขนาดตะกอนเท่ากัน เนื่องจากมีค่าอัตราส่วน ALT สูงสุด โดยเมื่อคำนวณหาค่าความเร็วในการตกตะกอนของตะกอนดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.10 ของขนาดตะกอนเฉลี่ยจากตารางที่ 16 ซึ่งได้แสดงตัวอย่างการคำนวณไว้ใน ผ.6 จะเห็นว่าที่ C 15 มก./ล. ให้ความเร็วในการตกตะกอนสูงสุดทุกค่า G อนึ่งการใช้ปริมาณสารสัมผัสเพิ่มขึ้นทำให้จำนวนอนุภาคคอลลอยด์มีโอกาสถูกทำลายสภาวะคงตัวมากขึ้น ดังนั้นเมื่อให้เวลาการตกตะกอนมากขึ้นหรือที่ค่า SOR 0.5 ม./ชม. ตะกอนที่ได้จากคอลลอยด์ไม่คงตัวจำนวนมากนี้จะตกตะกอนได้มาก เหลือปริมาณคอลลอยด์ที่ยังคงตัวตลอดจนตะกอนที่มีขนาดเล็กน้อยกว่า ยังผลให้ได้ประสิทธิภาพการกำจัดสูงกว่าการใช้ปริมาณสารสัมผัสน้อย

ตารางที่ 5.10 แสดงค่า v_r ที่ G และ C ต่าง ๆ เมื่อ T มีค่าเท่ากับ 6 วินาที

C (มก./ล.)	G (วินาที ⁻¹)				
	295	795	1420	2180	3050
	v_r (ชม./วินาที)				
5	.0384	.0487	.0487	.0513	.0435
10	.0587	.0611	.0660	.0733	.0513
15	.0947	.0947	.0993	.1105	.0970
20	.0920	.0941	.0982	.1086	.0961
30	.0936	.0936	.0990	.1077	.0950

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง T^* กับ G และ C , G^* กับ T และ C , C^* กับ G และ T

พิจารณาบทบาทของ G T และ C ที่มีต่อ G^* T^* และ C^* ที่ SOR 1.5 ม./ชม. แสดงไว้ในรูปที่ 5.53 ถึง 5.58 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.53 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง T^* กับ G จะเห็นว่า T^* มีค่าลดลงเมื่อค่า G เพิ่มขึ้น โดยที่ T^* มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อ G มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 295 เป็น 1420 วินาที⁻¹ จากนั้น T^* จะค่อย ๆ ลดลง และมีแนวโน้มคงที่ต่อไปในที่สุด สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง T^* กับ G ในรูปสมการคือ $T^* = 724G^{-0.642}$ $T^* = 358G^{-0.593}$ $T^* = 605G^{-0.69}$ $T^* = 123G^{-0.524}$ $T^* = 302G^{-0.69}$ ที่ C 5 10 15 20 30 มก./ล. โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจเท่ากับ 0.94 0.88 1.00 0.66 1.00 ตามลำดับ ประเมินได้ว่า T^* ขึ้นอยู่กับ G

รูปที่ 5.54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง T^* กับ C จะเห็นว่า T^* มีค่าลดลงเมื่อค่า C เพิ่มขึ้น และสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง T^* กับ C ในรูปสมการคือ $T^* = 54C^{-0.65}$ $T^* = 42.5C^{-0.805}$ $T^* = 18.2C^{-0.57}$ $T^* = 13.7C^{-0.57}$ $T^* = 17C^{-0.805}$ ที่ G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจเท่ากับ 0.86 0.91 0.77 0.77 0.91 ตามลำดับ ประเมินได้ว่า T^* ขึ้นอยู่กับ C

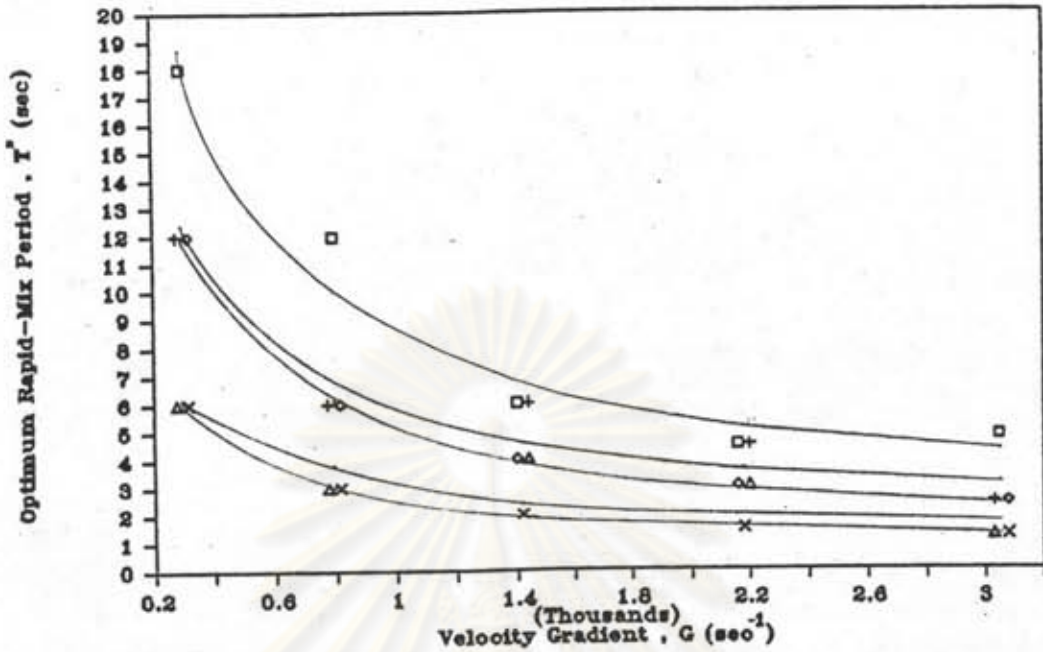
รูปที่ 5.55 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง G^* กับ T จะเห็นว่าที่ทุกค่า C G^* มีค่าคงที่เท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า T ประเมินได้ว่า G^* ไม่ขึ้นอยู่กับ T

รูปที่ 5.56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง G^* กับ C จะเห็นว่าที่ทุกค่า T G^* มีค่าคงที่เท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C ประเมินได้ว่า G^* ไม่ขึ้นอยู่กับ C

รูปที่ 5.57 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C^* กับ G จะเห็นว่าที่ทุกค่า T C^* มีค่าเท่ากับ 20 มก./ล. ที่ G 295 วินาที⁻¹ จากนั้นจึงลดต่ำลงเป็น 15 มก./ล. ที่ G 795 วินาที⁻¹ และคงที่ไปจนถึง 3050 วินาที⁻¹ ประเมินได้ว่า C^* ไม่ขึ้นอยู่กับ G อย่างไรก็ตาม C^* มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อ G มีค่าน้อยกว่า 795 วินาที⁻¹

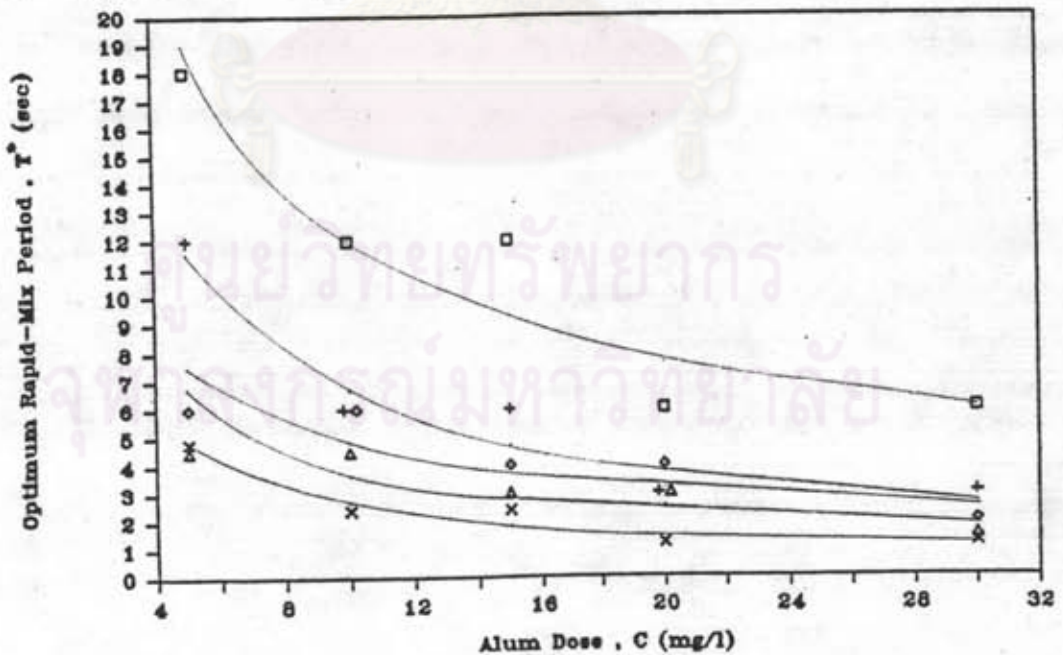
รูปที่ 5.58 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C^* กับ T จะเห็นว่าที่ G 295 วินาที⁻¹ C^* มีค่าเท่ากับ 20 มก./ล. ทุกค่า T และที่ G 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ C^* มีค่าเท่ากับ 15 มก./ล. ทุกค่า T ประเมินได้ว่า C^* ไม่ขึ้นอยู่กับ T

□ C 5 mg/l + C 10 mg/l ◊ C 15 mg/l Δ C 20 mg/l × C 30 mg/l

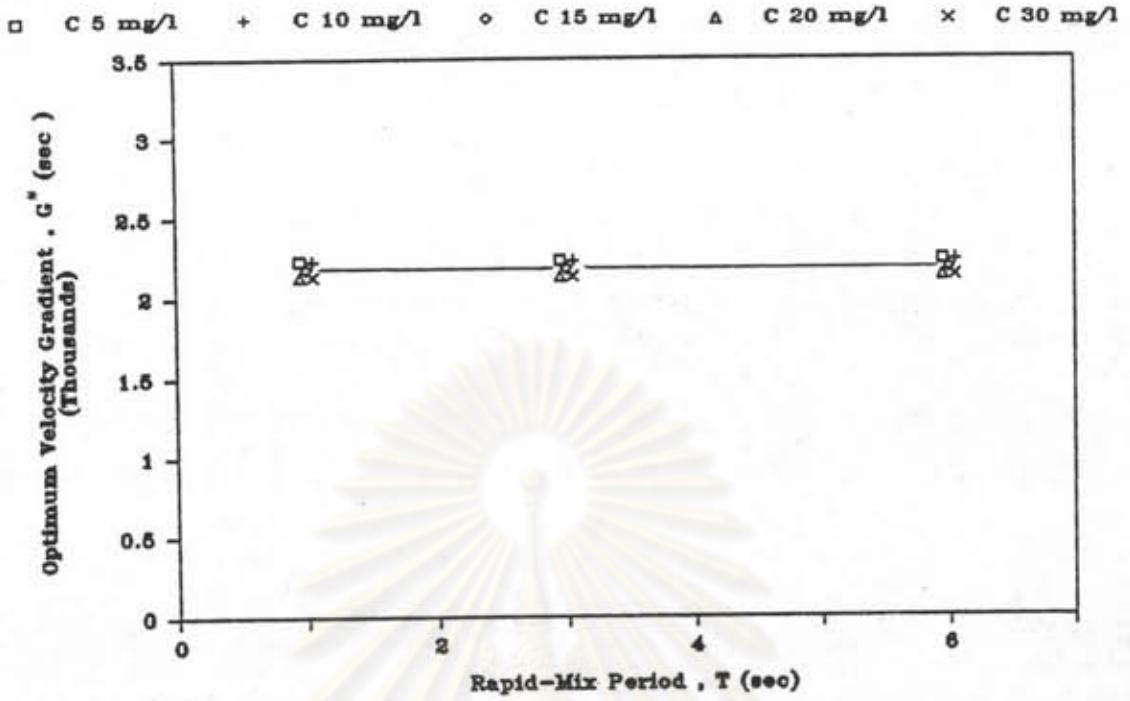


รูปที่ 5.53 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับ T* ที่ C 5 ถึง 30 มก./ล. และ SOR 1.5 น./ชม.

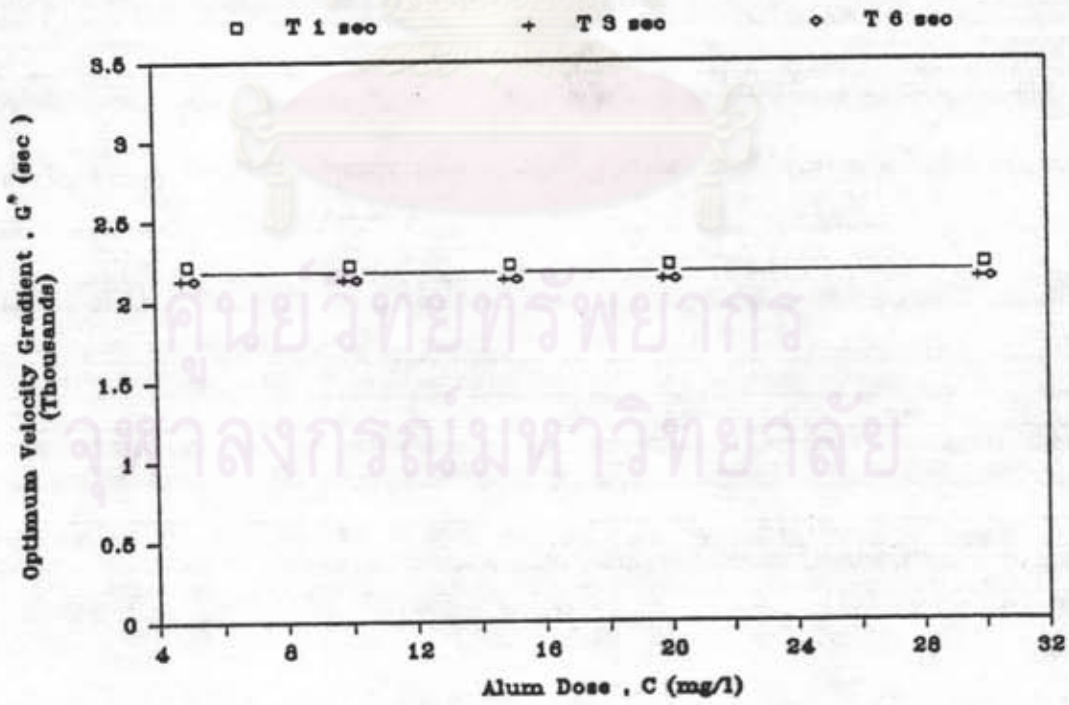
□ G 295 s⁻¹ + G 795 s⁻¹ ◊ G 1420 s⁻¹ Δ G 2180 s⁻¹ × G 3050 s⁻¹



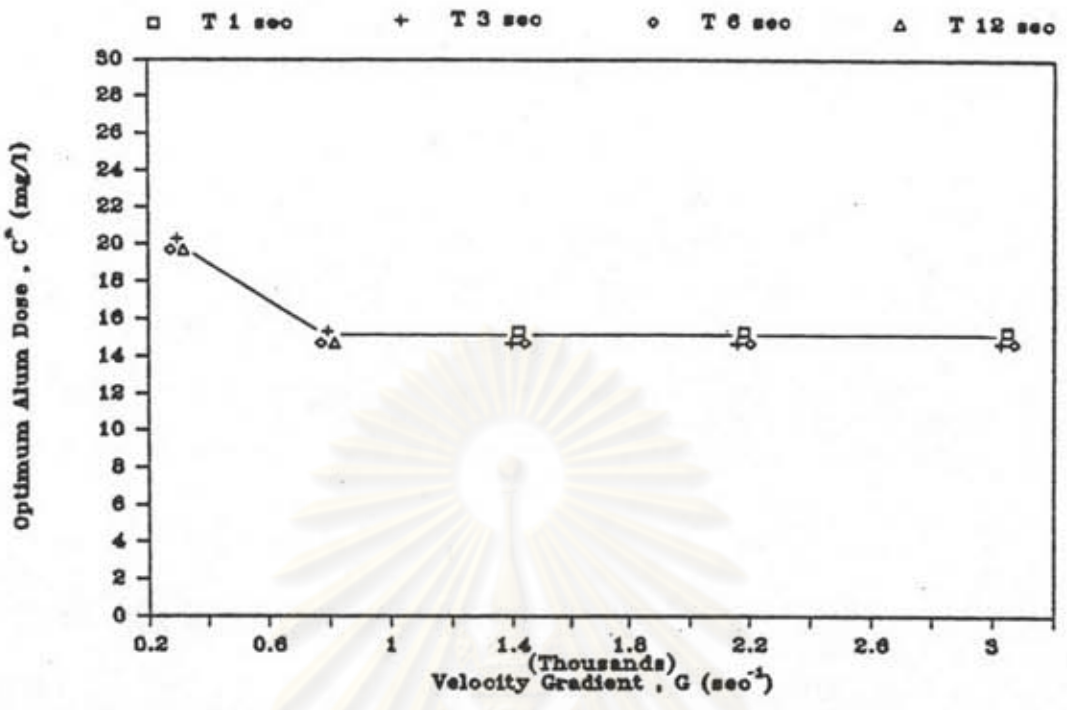
รูปที่ 5.54 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับ T* ที่ G 295 ถึง 3050 วินาที⁻¹ และ SOR 1.5 น./ชม.



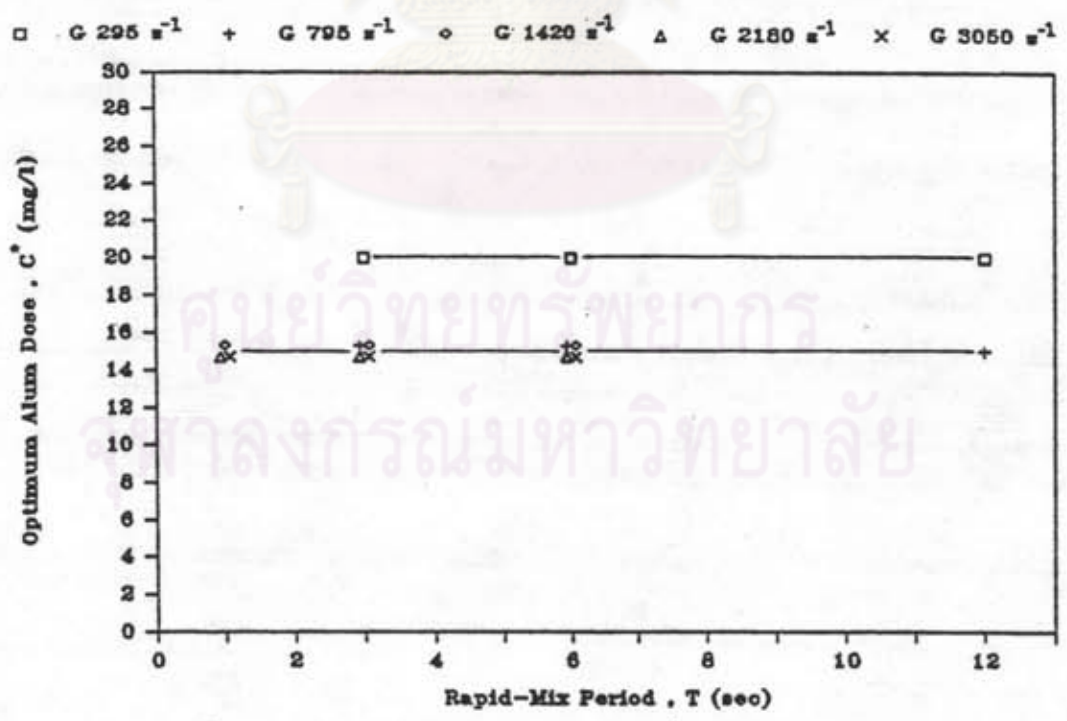
รูปที่ 5.55 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับ G^* ที่ C 5 ถึง 30 มก./ล. และ SOR 1.5 น./ชม.



รูปที่ 5.56 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับ G^* ที่ T 1 ถึง 6 วินาที และ SOR 1.5 น./ชม.



รูปที่ 5.57 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับ C* ที่ T 1 ถึง 12 วินาที และ SOR 1.5 ม./ชม.



รูปที่ 5.58 ความสัมพันธ์ระหว่าง T กับ C* ที่ G 295 ถึง 3050 วินาที⁻¹ และ SOR 1.5 ม./ชม.



5.6 ผลของ GT ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความชื้น

พิจารณาผลของ GT ที่มีต่อประสิทธิภาพ ในช่วงที่ค่าของผลคูณ GT แปรจาก 885 ถึง 18300 และ C แปรจาก 10 ถึง 30 มก./ล. ที่ SOR 1.5 ม./ชม. แสดงไว้ในรูปที่ 5.59 รูปที่ 5.59 แสดงผลของ GT ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความชื้น จะเห็นว่าค่าของผลคูณ GT ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพอย่างเด่นชัด

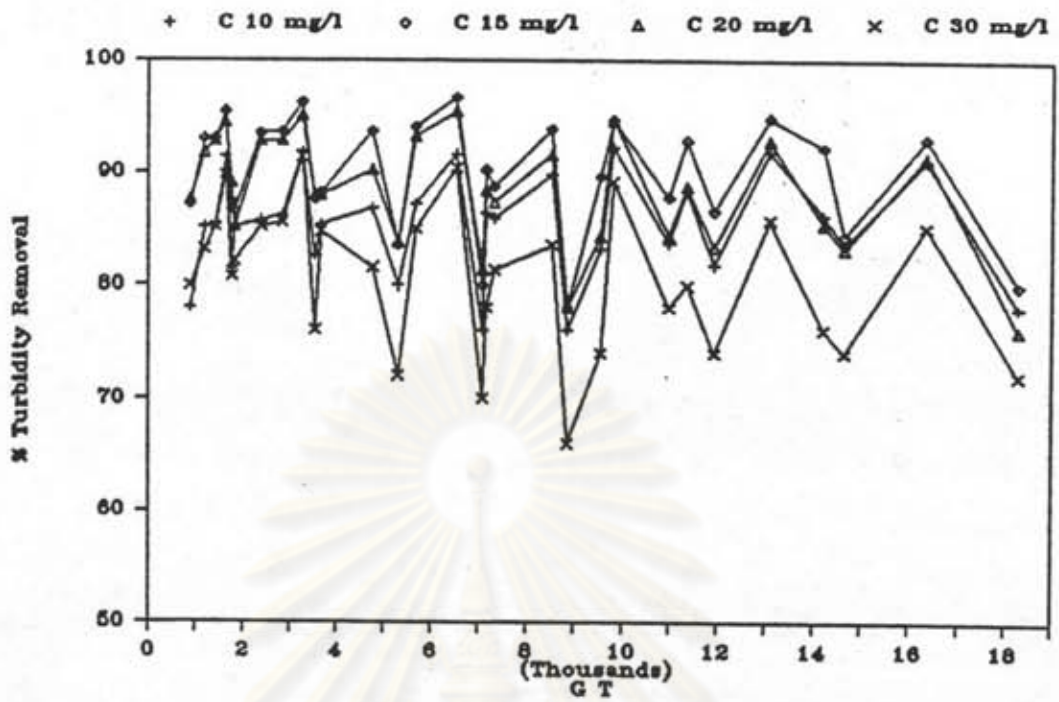
5.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง GT^* และ C

พิจารณาความสัมพันธ์ของผลคูณ GT^* และ C ที่ให้ประสิทธิภาพการกำจัดความชื้นสูงสุด เมื่อ SOR 1.5 ม./ชม. ค่าของผลคูณ GT^* มีค่าแปรจาก 1770 ถึง 14640 ที่ C 5 ถึง 30 มก./ล. แสดงไว้ในรูปที่ 5.60

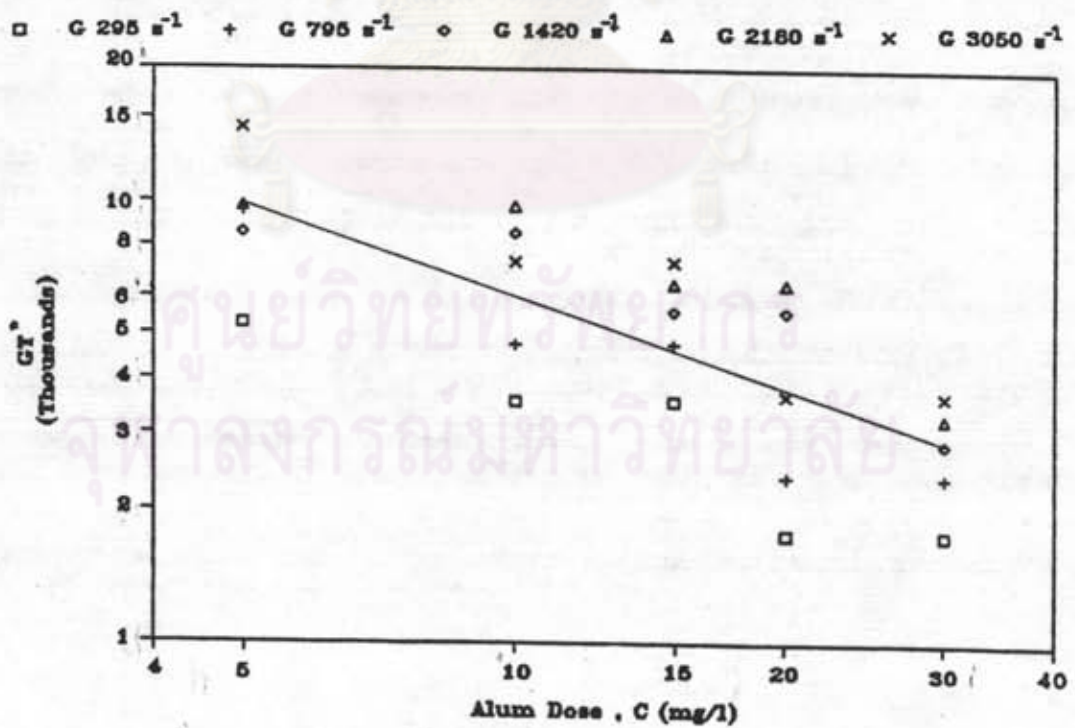
รูปที่ 5.60 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง GT^* และ C จะเห็นว่า GT^* มีค่าลดลง เมื่อ C เพิ่มขึ้น ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (11, 42) เนื่องจาก C มีผลต่อ T^* อย่างเด่นชัด โดยที่เมื่อ C เพิ่มขึ้น T^* มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นค่าของผลคูณ GT^* จึงลดลง และสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปสมการคือ $GT^* C^{0.66} = 2.9 \times 10^4$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation) เท่ากับ -0.75

อนึ่ง จากหัวข้อที่ 5.4 แสดงอิทธิพลของ C ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดความชื้นอย่างเด่นชัด ดังนั้นการออกแบบท่อแฉงดังที่ใช้เป็นอุปกรณ์ทวนเร็วจากสมการดังกล่าว จึงควรหาความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมจากการทดสอบแบบจาร์กับน้ำดิบตัวอย่างก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.59 ความสัมพันธ์ระหว่างผลคูณ GT กับประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นที่ค่า C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 น./ชม.



รูปที่ 5.60 ความสัมพันธ์ระหว่างผลคูณ GT* กับ C เมื่อ SOR เท่ากับ 1.5 น./ชม.

5.8 ผลของ G และ C ที่มีต่อขนาดของตะกอน

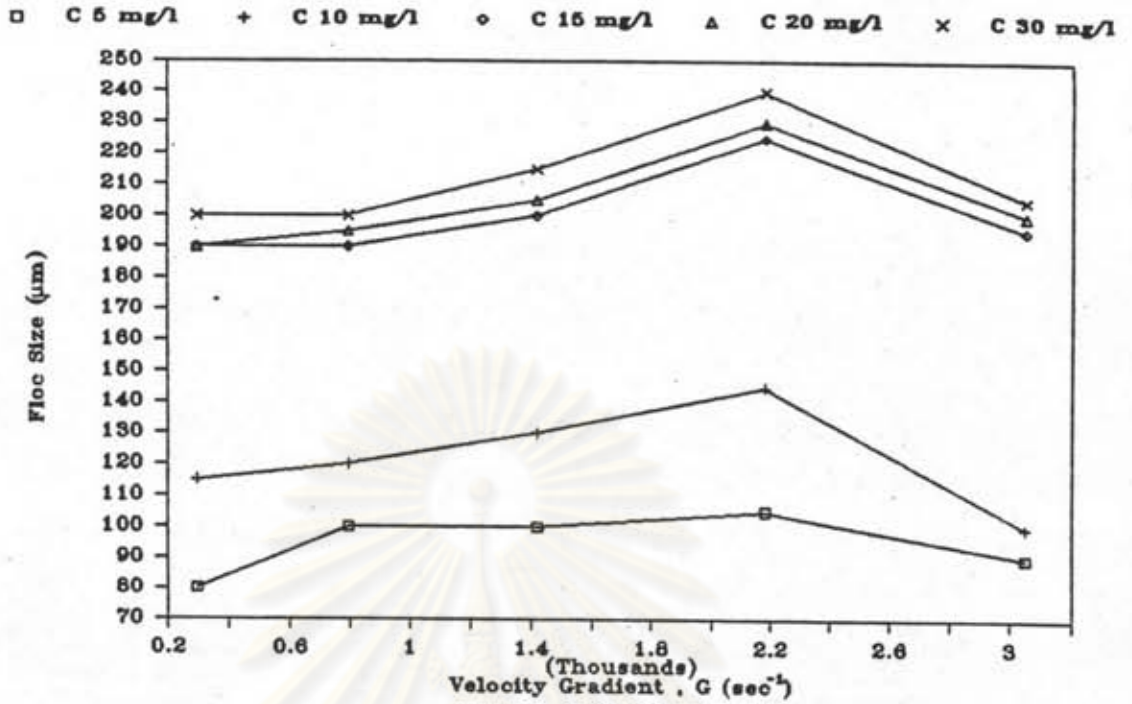
นิยามผลของ G และ C ที่มีต่อขนาดตะกอนในช่วงที่ G แปรจาก 295 ถึง 3050 วินาที⁻¹ และ C แปรจาก 5 ถึง 30 มก./ล. ที่ T 6 วินาที แสดงไว้ในรูปที่ 5.61 ถึง 5.62 กำหนดให้ G' และ C' คือค่า G และ C ที่ให้ขนาดตะกอนใหญ่สุดตามลำดับ

รูปที่ 5.61 แสดงผลของ G ที่มีต่อขนาดตะกอน เมื่อใช้ค่า C 5 10 15 20 30 มก./ล. G' มีค่าเท่ากับ 2180 วินาที⁻¹ ทุกค่า C โดยได้ขนาดตะกอนประมาณ 105 145 225 230 240 ไมครอน ตามลำดับ จะพบว่าตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อ G เพิ่มขึ้น จนได้ขนาดใหญ่สุดที่ G' จากนั้นตะกอนจะมีขนาดเล็กลงเมื่อ G เพิ่มขึ้นอีก ลักษณะเช่นนี้อาจอธิบายได้จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาในระหว่างการสมานตะกอนขึ้นต้นจากการชนแล้วรวมตัวของอนุภาคคอลลอยด์ที่ไม่คงตัวและอนุภาคตะกอน กับการแตกตัวของอนุภาคตะกอนจากผลของเกรเดียนต์ความเร็วในชั้น กวนเร็วที่มีผลสืบเนื่องต่อขนาดตะกอนที่ผ่านการสมานตะกอนแล้ว

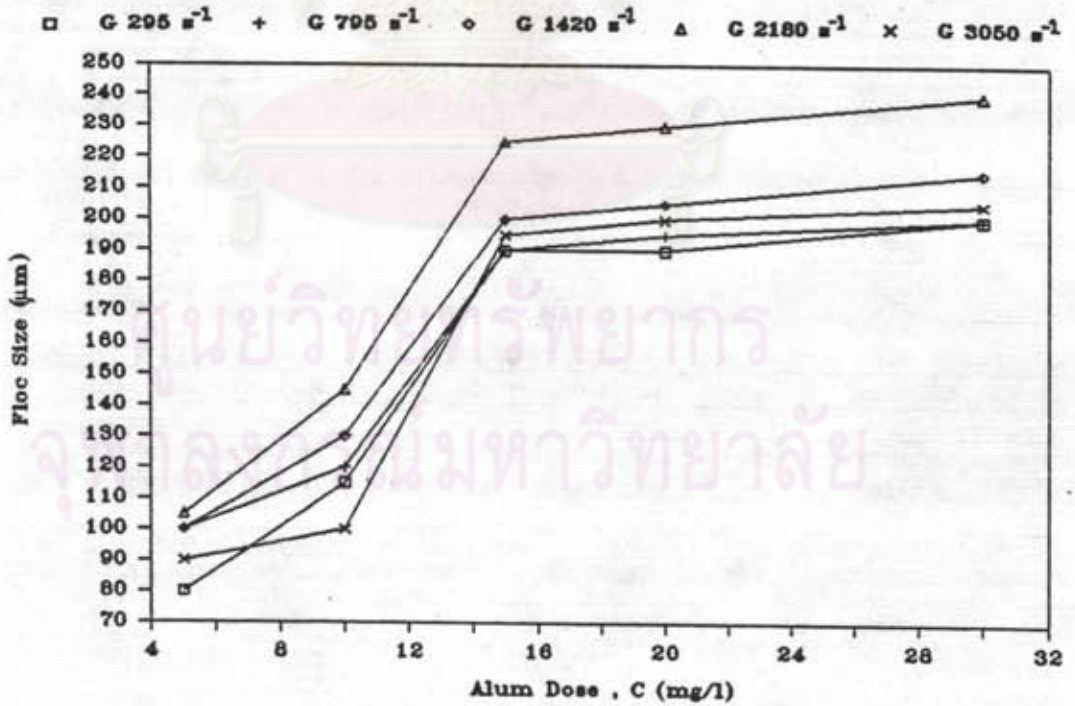
รูปที่ 5.62 แสดงผลของ C ที่มีต่อขนาดตะกอน เมื่อใช้ค่า G 295 795 1420 2180 3050 วินาที⁻¹ C' มีค่าเท่ากับ 30 มก./ล. ทุกค่า G โดยได้ขนาดตะกอนประมาณ 200 200 215 240 205 ไมครอน ตามลำดับ จะพบว่าตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อ C เพิ่มขึ้น

อนึ่ง ความเร็วในการตกตะกอนของตะกอนซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นนี้จะขึ้นกับขนาดเฉลี่ยของตะกอน นอกจากนี้ยังขึ้นกับความหนาแน่นและการกระจายขนาดของตะกอนอีกด้วย

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.61 ความสัมพันธ์ระหว่าง G กับขนาดตะกอนที่แต่ละค่า C เมื่อ T เท่ากับ 6 วินาที



รูปที่ 5.62 ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับขนาดตะกอนที่แต่ละค่า G เมื่อ T เท่ากับ 6 วินาที